

**ANALISIS KELAYAKAN GEOMETRI JALAN ANGKUT
OVERBURDEN DARI *FRONT* PENAMBANGAN SITE MUARA
TIGA BESAR SELATAN KE DISPOSAL FATONAH DI
PT BUKIT ASAM Tbk**

TUGAS AKHIR



**RAMA ARANDA PUTRA
2023310064**

**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTAMBANGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PRABUMULIH
2026**

**ANALISIS KELAYAKAN GEOMETRI JALAN ANGKUT
OVERBURDEN DARI *FRONT* PENAMBANGAN SITE MUARA
TIGA BESAR SELATAN KE DISPOSAL FATONAH DI
PT BUKIT ASAM Tbk**

Untuk Memenuhi salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Ahli Madya
Program Studi Teknik Pertambangan Universitas Prabumulih



**RAMA ARANDA PUTRA
2023310064**

**Dosen Pembimbing:
Reni Arisanti, S.T., M.T.
Ahmad Husni, S.T., M.T.**

**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTAMBANGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PRABUMULIH
2026**

HALAMAN PENGESAHAN

**ANALISIS KELAYAKAN GEOMETRI JALAN ANGKUT
OVERBURDEN DARI FRONT PENAMBANGAN SITE MUARA
TIGA BESAR SELATAN KE DISPOSAL FATONAH DI
PT BUKIT ASAM Tbk**

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Ahli Madya
Program Studi Teknik Pertambangan Universitas Prabumulih

Oleh:

RAMA ARANDA PUTRA
2023310064

Pembimbing I



Reni Ariyanti, S.T., M.T.
NUPTK. 1439755655300002

Prabumulih, 18 Juni 2026
Pembimbing II



Almad Husni, S.T., M.T.
NUPTK. 6338747650209003

Ketua Program Studi
Teknik Pertambangan



Ridho Yovanda, S.T., M.T.
NUPTK. 250771672130283

HALAMAN PERSETUJUAN

Laporan Tugas Akhir dengan judul "Analisis Kelayakan Geometri Jalan Angkut *Overburden* dari *Front* Penambangan Site Muara Tiga Besar Selatan ke Disposasi Fatonah di Pt Bukit Asam Tbk " telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Tugas Akhir Program Studi Teknik Pertambangan Fakultas Teknik, Universitas Prabumulih pada tanggal 18 Juni 2026.

Prabumulih, 18 Juni 2026

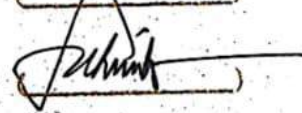
Tim Penguji Sidang Tugas Akhir

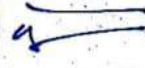
Ketua :

1. Reni Arisanti, S.T., M.T.
NUPTK. 1439755655300002

Anggota :

2. Ahmad Husni, S.T., M.T.
NUPTK. 6338747650200003
3. Suhardiman Gumanti, S.T., M.T.
NUPTK. 7553748650200002



Mengetahui
Dekan Fakultas Teknik

Dr. Ir. Agus Susilo, S.T., M.T., IPM.
NUPTK. 9944755656130172

Program Studi
Teknik Pertambangan

Ridho Yovanda, S.T., M.T.
NUPTK. 250771672130283

PERNYATAAN INTEGRITAS

Saya yang bertanda tangan dibawah ini

Nama : Rama Aranda Putra

Nim : 2023310064

Program Studi : Teknik Pertambangan

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa, Tugas Akhir ini benar-benar merupakan hasil karya saya dan tidak terdapat karya orang lain, apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa tugas akhir ini hasil plagiasi, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan yang berlaku atas perbuatan tersebut.



Prabumulih, 18 Juni 2026

Yang membuat pernyataan,



Rama Aranda Putra

NIM.2023310064

ABSTRAK

ANALISIS KELAYAKAN GEOMETRI JALAN ANGKUT *OVERBURDEN* DARI *FRONT* PENAMBANGAN SITE MUARA TIGA BESAR SELATAN KE DISPOSAL FATONAH DI PT Bukit Asam Tbk

Rama Aranda Putra, 2023310064, 2026

Kegiatan pengangkutan *overburden* pada tambang terbuka sangat bergantung pada kondisi geometri jalan angkut untuk menunjang kelancaran operasional, efisiensi kerja alat angkut, dan keselamatan kerja. Pada jalur hauling dari Front Penambangan Site Muara Tiga Besar Selatan menuju Disposal Fatonah di PT Bukit Asam Tbk masih ditemukan beberapa kondisi jalan yang belum sesuai standar, seperti lebar jalan yang sempit, grade yang tinggi, serta *cross slope* yang rendah sehingga berpotensi menghambat operasional dan meningkatkan risiko kecelakaan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kondisi aktual geometri jalan angkut dan menganalisis tingkat kelayakannya berdasarkan standar KEPMEN ESDM No.1827 K/30/MEM/2018. Parameter yang dianalisis meliputi lebar jalan lurus, lebar jalan tikungan, kemiringan jalan (*grade*), *superelevasi*, dan *cross slope*. Metode penelitian dilakukan melalui observasi lapangan, pengambilan data primer dan sekunder, pengukuran langsung geometri jalan menggunakan alat survei, pengolahan data, serta analisis perbandingan kondisi aktual dengan standar teknis yang berlaku. Data primer meliputi lebar jalan, elevasi, *grade*, dan *cross slope*, sedangkan data sekunder berupa peta jalan tambang, peta topografi, spesifikasi alat angkut, dan data curah hujan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jalan angkut memiliki panjang $\pm 1.802,45$ m yang terbagi menjadi 15 segmen. Lebar jalan lurus rata-rata sebesar 23,78 m dengan beberapa segmen belum memenuhi standar 24,15 m. Lebar jalan tikungan rata-rata sebesar 26,20 m, namun masih terdapat tikungan sempit. Nilai *grade* rata-rata sebesar 4,90%, dengan *grade* tertinggi pada segmen K-L sebesar 16,85% yang melebihi batas aman. Nilai *superelevasi* rata-rata sebesar 0,02, sedangkan *cross slope* rata-rata hanya 0,08% dan belum memenuhi standar minimal 2%. Berdasarkan hasil analisis, kondisi geometri jalan angkut di PT Bukit Asam Tbk sebagian telah memenuhi standar, namun masih terdapat beberapa segmen yang belum layak sehingga diperlukan perbaikan geometri jalan untuk meningkatkan keselamatan, kelancaran, dan efisiensi kegiatan pengangkutan *overburden*.

Kata Kunci: Geometri jalan angkut, *overburden*, *grade*, *cross slope*, *superelevasi*, PT Bukit Asam Tbk.

ABSTRACT

ANALYSIS OF THE FEASIBILITY OF OVERBURDEN HAUL ROAD GEOMETRY FROM THE MUARA TIGA BESAR SELATAN MINING FRONT TO FATONAH DISPOSAL AT PT BUKIT ASAM Tbk

Rama Aranda Putra, 2023310064, 2026

Overburden hauling activities in open-pit mining operations are highly dependent on the condition of haul road geometry to support operational efficiency, transportation safety, and equipment productivity. On the hauling road from the Muara Tiga Besar Selatan (MTBS) mining front to the Fatonah Disposal area at PT Bukit Asam Tbk, several road geometry conditions were found to be below standard, including insufficient road width, excessive grade, and low cross slope values, which may hinder operational performance and increase accident risk. This study aims to determine the actual condition of haul road geometry and analyze its feasibility based on the standards of KEPMEN ESDM No.1827 K/30/MEM/2018. The parameters analyzed include straight road width, curve road width, road grade, superelevation, and cross slope. The research method involved field observations, primary and secondary data collection, direct measurement of road geometry using surveying instruments, data processing, and comparative analysis between actual field conditions and applicable technical standards. Primary data included road width, elevation, grade, and cross slope measurements, while secondary data consisted of mine road maps, topographic maps, haul truck specifications, and rainfall data. The results showed that the haul road has a total length of approximately 1,802.45 m divided into 15 segments. The average straight road width was 23.78 m, with several segments not meeting the required standard of 24.15 m. The average curve road width was 26.20 m, although some curves were still below the required standard. The average road grade was 4.90%, with the highest grade recorded on segment K-L at 16.85%, exceeding the safe limit. The average superelevation value was 0.02, while the average cross slope was only 0.08%, which did not meet the minimum standard of 2%. Based on the analysis results, several haul road geometry parameters at PT Bukit Asam Tbk have met the required standards; however, some segments still require improvement to enhance safety, operational smoothness, and overburden hauling efficiency.

Keywords: Haul road geometry, overburden, grade, cross slope, superelevation, PT Bukit Asam Tbk.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul Analisis Kelayakan *Geometri* Jalan Angkut *Overburden* dari *Front Site* Muara Tiga Besar Selatan ke Disposal di Pt Bukit Asam Tbk

Penulis banyak menerima bantuan, arahan, dan bimbingan dari berbagai pihak. Penulis mengucapkan terima kasih kepada:

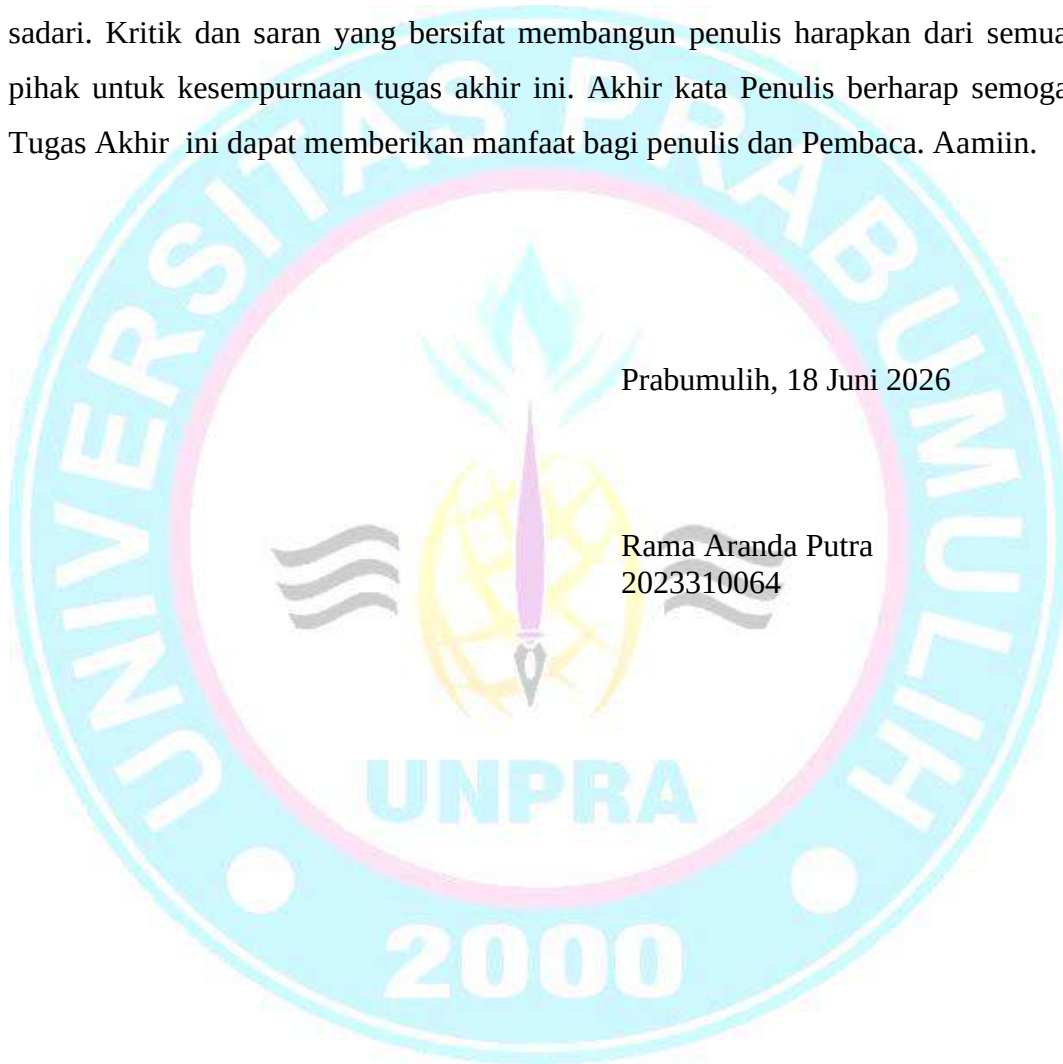
1. Ibu Dr. Yuniar Pratiwi, S.Si., M.Si. selaku Rektor Universitas Prabumulih.
2. Bapak Dr. Ir. Aris Susilo, S.T., M.T., IPM. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Prabumulih.
3. Bapak Ridho Yovanda, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Pertambangan.
4. Ibu Reni Arisanti, S.T., M.T. sebagai Pembimbing I.
5. Bapak Ahmad Husni, S.T., M.T. sebagai pembimbing II.
6. Bapak Suhardiman Gumanti, S.T., M.T. Tim Penguji.
7. Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Prabumulih.
8. Bapak/Ibu staf administrasi Fakultas Teknik Universitas Prabumulih.
9. Kedua orang tua serta keluarga yang selalu memberikan semangat dan doa.
10. Kepala Perusahaan, Pimpinan, dan seluruh Staf Perusahaan PT Bukit Asam Tbk yang telah memberikan izin dan membantu untuk melakukan penelitian.
11. Terima kasih kepada bapak Thony Febrianto selaku Pembimbing Lapangan.
12. Terima kasih kepada bapak Hoiriansyah selaku asisten manajer kendali site Muara Tiga Besar Utara PT Bukit Asam Tbk.
13. Terima kasih kepada bapak Heru Kurniawan, Bapak Odie Eka Paradis, Bapak Andri Nurul Ramdan dan Bapak Haikal Rismansyah selaku karyawan satuan kerja penambangan yang membantu dalam pengambilan data di lapangan.

14. Rekan-rekan mahasiswa Program Studi Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Prabumulih khususnya angkatan 2023 serta semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulisan Tugas Akhir ini masih terdapat kekurangan yang belum penulis sadari. Kritik dan saran yang bersifat membangun penulis harapkan dari semua pihak untuk kesempurnaan tugas akhir ini. Akhir kata Penulis berharap semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi penulis dan Pembaca. Aamiin.

Prabumulih, 18 Juni 2026

Rama Aranda Putra
2023310064



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
PERNYATAAN INTEGRITAS.....	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACK	iv
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Deskripsi Lokasi penelitian	4
2.1.1 Profil Umum Lokasi Penelitian	4
2.1.2 Kondisi Geografis Daerah Penelitian	5
2.1.3 Kondisi Iklim Daerah Penelitian	6
2.1.4 Lokasi dan Kesampaian Daerah	7
2.2 Landasan Teori	8
2.2.1 Definisi Jalan Angkut Tambang	8
2.2.2 Geometri Jalan Angkut Tambang	9
2.2.2.1 Lebar Jalan Angkut Lurus	9
2.2.2.2 Lebar Jalan Keadaan Tikungan	10
2.2.2.3 Jari-Jari dan <i>Superelevasi</i>	11

2.2.2.4 Kemiringan Jalan (<i>Grade</i>).....	14
2.2.2.5 Kemiringan Melintang (<i>Cross Slope</i>)	15
BAB III METODE PENELITIAN	16
3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian.....	16
3.1.1 Lokasi Penelitian	16
3.1.2 Waktu Penelitian	18
3.2 Tahapan Penelitian.....	19
3.2.1 Metode Pengambilan Data.....	20
3.2.2 Analisis Data	22
3.3 Bagan Alir Penelitian	24
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	25
4.1 Kondisi Aktual Jalan Angkut <i>Overburden</i>	25
4.1.1 Panjang Jalan dan Jumlah Segmen.....	25
4.1.2 Spesifikasi Alat Angkut.....	27
4.1.3 Data Aktual Lebar Jalan Lurus.....	27
4.1.4 Data Aktual Lebar Jalan Tikungan.....	28
4.1.5 Data Aktual Elevasi Jalan.....	28
4.1.6 Data Aktual Kemiringan Jalan (<i>Grade</i>).....	29
4.1.7 Data Aktual <i>Cross Slope</i>	30
4.2 Analisis Geometri Jalan Angkut.....	31
4.2.1 Lebar Jalan Lurus	32
4.2.2 Lebar Jalan Tikungan	36
4.2.3 <i>Superelevasi</i> dan Jari-Jari Tikungan.....	39
4.2.4 Kemiringan Jalan (<i>Grade</i>).....	42
4.2.5 Kemiringan Melintang (<i>Cross Slope</i>).....	44
BAB V PENUTUP.....	47
5.1 Kesimpulan	47
5.2 Saran	47
DAFTAR PUSTAKA	49
LAMPIRAN	51

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Superelevasi Sesuai Dengan Kelengkungan dan Kecepatan	14
Tabel 3.1 Jadwal Rencana Kegiatan Penelitian	18
Tabel 4.1 Komponen Jalan Angkut <i>Overburden</i>	26
Tabel 4.2 Data Aktual Lebar Jalan Lurus	27
Tabel 4.3 Data Aktual Lebar Jalan Tikungan	28
Tabel 4.4 Data Aktual Elevasi Jalan	29
Tabel 4.5 Data Aktual Kemiringan Jalan (<i>Grade</i>)	29
Tabel 4.6 Data Aktual <i>Cross Slope</i>	31
Tabel 4.7 Lebar Jalan Angkut Lurus	32
Tabel 4.8 Lebar Jalan Angkut Tikungan	38
Tabel 4.9 <i>Superelevasi</i> Rekomendasi Jalan Tikungan	41
Tabel 4.10 Kemiringan Jalan Aktual (<i>grade</i>)	42
Tabel 4.11 Kemiringan Jalan Aktual (<i>cross slope</i>)	44

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Peta Kesampaian Daerah.....	7
Gambar 2.2. Lebar Jalan Keadaan Lurus.....	9
Gambar 2.3. Lebar Jalan Pada Tikungan	11
Gambar 2.4. Gaya Sentrifugal pada Tikungan	12
Gambar 2.5. Jari-jari Tikungan	12
Gambar 2.6. <i>Superelevasi</i>	13
Gambar 2.7. Bentuk <i>Cross Slope</i>	15
Gambar 3.1. Peta Area Lokasi Penelitian	17
Gambar 3.3 Bagan Alir Penelitian	24
Gambar 4.1. Segmen Jalan Angkut <i>Overburden</i>	25
Gambar 4.3 Lebar Jalan Lurus Segmen B-C.....	34
Gambar 4.4 Lebar Jalan Lurus Segmen D-E.....	34
Gambar 4.5 Lebar Jalan Lurus Segmen H-I dan I-J.....	35
Gambar 4.6 Lebar Jalan Lurus Segmen L-M.....	35
Gambar 4.7 Lebar Jalan Lurus Segmen M-N	36
Gambar 4.8 Lebar Jalan Lurus Segmen N-O	36
Gambar 4.9 Lebar Jalan Tikungan Segmen E-F	39
Gambar 4.10 Lebar Jalan Tikungan Segmen J-K	39
Gambar 4.11 Rekomendasi <i>Superelevasi</i> Segmen E-F	41

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran A Data Curah Hujan	51
Lampiran B Spesifikasi Alat Angkut	52
Lampiran C Lebar Jalan Lurus.....	54
Lampiran D Lebar Jalan Tikungan	56
Lampiran E Kemiringan Jalan Aktual (<i>Grade</i>).....	58
Lampiran F Kemiringan Melintang (<i>cross slope</i>).....	60
Lampiran G <i>Superelevasi</i> dan Jari-Jari Tikungan.....	62
Lampiran H Foto Dokumentasi Lapangan.....	66
Lampiran I Regulasi dan Standar KEPMEN 1827	67



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kegiatan penambangan batubara dengan metode tambang terbuka (*surface mining*) sangat bergantung pada jalan angkut sebagai sarana utama pergerakan alat berat. Jalan angkut digunakan dalam seluruh rangkaian kegiatan produksi, mulai dari penggalian, pemuatan, hingga pengangkutan material. Salah satu aktivitas yang paling dominan adalah pengangkutan material tanah penutup (*overburden*) menggunakan armada dump truck, sehingga kondisi jalan angkut sangat berpengaruh terhadap kelancaran operasional, keselamatan kerja, dan produktivitas alat angkut.

Menurut Martin et al. (2013), geometri jalan tambang merupakan faktor teknis yang berpengaruh terhadap efisiensi dan keselamatan kegiatan pengangkutan. Jalan yang tidak memenuhi standar desain dapat menyebabkan peningkatan waktu edar (*cycle time*), konsumsi bahan bakar yang lebih besar, penurunan produktivitas alat angkut, serta meningkatnya risiko kecelakaan kerja. Oleh karena itu, evaluasi geometri jalan perlu dilakukan secara berkala untuk memastikan jalan angkut tetap memenuhi standar teknis yang berlaku.

Desain geometri jalan angkut tambang mencakup beberapa parameter penting, seperti lebar jalan lurus, lebar tikungan, kemiringan jalan (*grade*), kemiringan tikungan (*superelevasi*), dan kemiringan melintang (*cross slope*). Sebagaimana dijelaskan oleh Yudhistira et al. (2024), parameter-parameter tersebut harus direncanakan dan diterapkan sesuai ketentuan geometri jalan angkut untuk menjamin keselamatan serta kelancaran operasi pengangkutan material. Dalam penelitian ini, evaluasi geometri jalan menggunakan acuan standar geometri jalan angkut berdasarkan KEPMEN ESDM Nomor 1827 K/30/MEM/2018 dan serta didukung oleh referensi lain seperti AASHTO (*American Association of State Highway and Transportation Officials*).

Penelitian ini dilakukan pada jalan angkut material *overburden* dari front penambangan Site Muara Tiga Besar Selatan (MTBS) menuju Disposasi Fatonah di PT Bukit Asam Tbk dengan panjang jalur $\pm 1.802,45$ meter. Kegiatan pengangkutan

menggunakan alat angkut Komatsu HD 785-7. Mengingat karakteristik jalan angkut *overburden* yang memiliki intensitas lalu lintas tinggi dan dilalui alat angkut berdimensi besar, kondisi geometri jalan yang tidak sesuai standar berpotensi menghambat aktivitas pengangkutan, meningkatkan *cycle time*, serta menurunkan efisiensi dan keselamatan kerja.

Berdasarkan kondisi tersebut, perlu dilakukan analisis terhadap geometri jalan angkut material *overburden* dari Site Muara Tiga Besar Selatan (MTBS) menuju Disposol Fatonah untuk mengetahui tingkat kesesuaiannya dengan standar yang berlaku. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar dalam upaya perbaikan geometri jalan angkut guna mendukung kegiatan transportasi material yang aman, efisien, dan produktif.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana kondisi geometri jalan angkut *overburden* aktual dari *front* penambangan Site Muara Tiga Besar Selatan ke disposol Fatonah yang mencakup aspek-aspek utama seperti lebar jalan lurus, lebar tikungan, kemiringan jalan (*Grade*), kemiringan tikungan (*superelevasi*), dan kemiringan melintang (*cross slope*) di PT Bukit Asam Tbk ?
2. Bagaimana kelayakan geometri jalan angkut *overburden* aktual di PT Bukit Asam Tbk jika dibandingkan dengan standar KEPMEN ESDM No.1827 K/30/MEM/2018 ?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini hanya berfokus pada analisis kelayakan jalan angkut *overburden* dari area *front Loading point* Site Muara Tiga Besar Selatan (MTBS) ke disposol Fatonah. Analisis ini hanya mencakup lima parameter geometri utama yang berpengaruh terhadap keamanan dan kinerja kendaraan angkut, yaitu lebar jalan lurus, lebar jalan tikungan, kemiringan jalan (*Grade*), kemiringan tikungan (*superelevasi*), dan kemiringan melintang (*Cross Slope*). Seluruh parameter tersebut dianalisis dengan cara membandingkan kondisi aktual di lapangan terhadap ketentuan yang tercantum dalam standar KEPMEN ESDM No.1827 K/30/MEM/2018.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian yang dilakukan di perusahaan tambang batubara di PT Bukit Asam Tbk berikut:

1. Mengetahui kondisi geometri jalan angkut *overburden* aktual di PT Bukit Asam Tbk.
2. Menganalisis kelayakan geometri aktual jalan angkut *overburden* berdasarkan standar KEPMEN ESDM No.1827 K/30/MEM/2018 di PT Bukit Asam Tbk.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini dilakukan untuk meningkatkan pemahaman kita. Penelitian ini juga memberikan informasi dan pengetahuan yang dibutuhkan untuk memecahkan masalah dan membuat keputusan. Secara spesifik, manfaat penelitian di bidang apapun mencakup dua aspek, yaitu:

1. Manfaat Teoritis

Manfaat secara akademik, hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi kepada pengembangan ilmu pengetahuan di bidang teknik pertambangan khususnya terkait geometri jalan angkut. penelitian ini menggambarkan mengenai mekanisme perencanaan dan pemeliharaan jalan angkut dengan mengacu pada standar KEPMEN ESDM No.1827 K/30/MEM/2018.

2. Manfaat Praktis

Manfaat secara praktis, hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi atau masukan kepada perusahaan terkait tentang geometri jalan angkut yang layak sehingga pengangkutan menjadi aman dan efisien.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Deskripsi Lokasi Penelitian

2.1.1 Profil Umum Lokasi Penelitian

PT Bukit Asam (Persero) Tbk adalah Badan Usaha Milik Negara (BUMN) yang didirikan pada tanggal 2 Maret 1981 dengan dasar Peraturan Pemerintah No 42 tahun 1980 yang berkantor pusat di Tanjung Enim, Sumatera Selatan. Diawali penyelidikan eksplorasi yang dilakukan oleh bangsa Belanda pada tahun 1915 sampai 1918 yang dipimpin Ir. Van Haat yang hasilnya menunjukkan ditemukannya kandungan batubara yang besar di kawasan Bukit Asam mulai berproduksi, wilayah operasi penambangan pertama dilakukan di area Tambang Air Laya dengan sistem penambangan tambang bawah tanah.

Pada tahun 1981 PN TABA berubah menjadi perseroan terbatas yaitu PT Bukit Asam (Persero). Tahun 1990, pemerintah menetapkan penggabungan perum tambang batu bara dengan perseroan. Tahun 2002 Perseroan mencatatkan diri sebagai perusahaan publik di Bursa Efek Indonesia dengan kode perdagangan "PTBA". Pada tahun 2017 perubahan status Perseroan menjadi Non-Perseroan sehubungan dengan PP 47/2017 tentang penambahan penyertaan modal negara Republik Indonesia kedalam modal saham PT Inalum (Persero), dan berubah menjadi anggota *Holding* BUMN industri pertambangan.

PT Bukit Asam Tbk. di Unit Pertambangan Tanjung Enim (UPTE) memiliki beberapa *site* dalam wilayah kuasa pertambangan, yaitu:

1. Tambang Air Laya (TAL), Pada lokasi TAL, kegiatan penambangan dilakukan dengan dua metode, yaitu metode *conventional mining* kombinasi antara *excavator- dump truk* dan metode *continuous mining* yang merupakan suatu sistem penambangan yang berkelanjutan. Metode *continuous mining* sepenuhnya dilaksanakan oleh PT Bukit Asam, sedangkan metode kombinasi *excavator- dump truck*

dilaksanakan oleh pihak ketiga (kontraktor).

2. Tambang Muara Tiga Besar terdiri dari dua wilayah, yakni Muara Tiga Besar Utara (MTBU) dan Muara Tiga Besar Selatan (MTBS). Seluruh kegiatan penambangan di area ini menggunakan metode kombinasi *excavator* dan *dump truck* yang sepenuhnya dilaksanakan oleh kontraktor pihak ketiga (kontraktor).
3. Tambang Bangko Barat saat ini mencakup Pit 1 dan Pit 2. Aktivitas penambangan batubara dilakukan secara swakelola dengan melibatkan beberapa kontraktor, yaitu PT Perusahaan Pengelola Aset (PPA), PT Satria Bahana Sarana (SBS), serta Pama Persada Nusantara (PAMA), dengan menerapkan metode kombinasi antara *excavator* dan *dump truck*.

2.1.2 Kondisi Geografis Daerah Penelitian

Daerah penelitian berada di PT Bukit Asam Tbk Site Muara Tiga Besar Selatan (MTBS), yang secara administratif termasuk dalam wilayah Kabupaten Muara Enim, Provinsi Sumatera Selatan. Kabupaten Muara Enim terletak pada koordinat $3^{\circ}03'21''$ – $4^{\circ}15'14''$ Lintang Selatan dan $103^{\circ}18'18''$ – $104^{\circ}42'05''$ Bujur Timur dengan luas wilayah sekitar 7.482,86 km². Secara geografis, Kabupaten Muara Enim berada di bagian tengah Provinsi Sumatera Selatan dan memiliki posisi yang strategis karena dilalui jalur transportasi utama yang menghubungkan beberapa wilayah di Sumatera Selatan (Pemerintah Kabupaten Muara Enim, 2024).

Kondisi topografi Kabupaten Muara Enim cukup beragam, meliputi daerah dataran rendah, perbukitan, hingga pegunungan yang merupakan bagian dari rangkaian Pegunungan Bukit Barisan. Variasi kondisi topografi tersebut berpengaruh terhadap kegiatan pertambangan, terutama dalam perencanaan dan evaluasi geometri jalan angkut yang digunakan untuk menunjang kegiatan pengangkutan material tambang (Pemerintah Kabupaten Muara Enim, 2024).

Selain itu, Kabupaten Muara Enim memiliki beberapa daerah aliran sungai yang berperan penting dalam sistem hidrologi wilayah. Keberadaan sungai dan kondisi topografi yang bervariasi menyebabkan perlunya pengelolaan jalan tambang yang baik untuk menjaga stabilitas jalan angkut

serta mendukung kelancaran operasional alat berat di area pertambangan (Pemerintah Kabupaten Muara Enim, 2024).

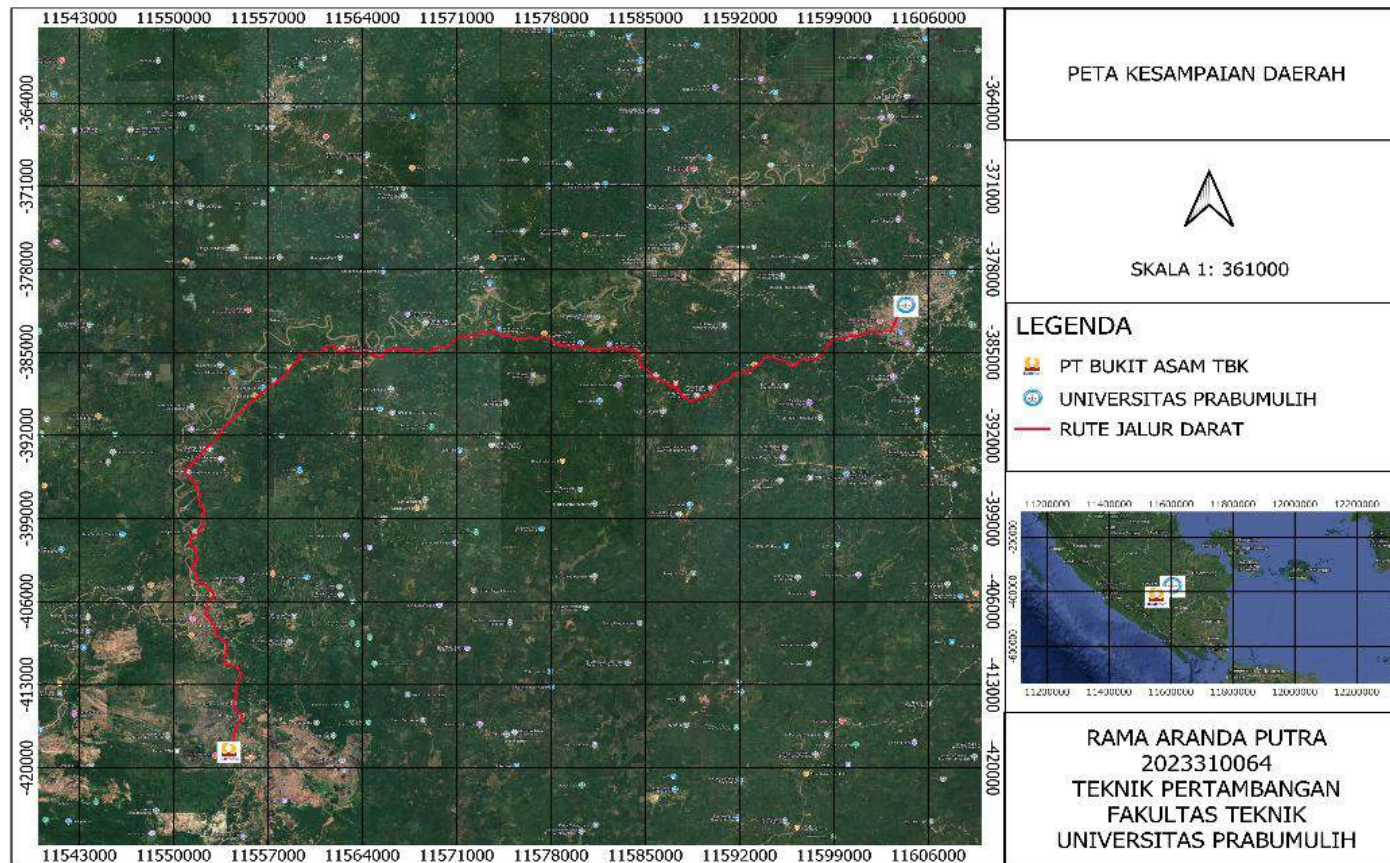
2.1.3 Kondisi Iklim Daerah Penelitian

Kabupaten Muara Enim memiliki iklim tropis basah yang dipengaruhi oleh kondisi geografis Pulau Sumatera. Wilayah ini mengalami dua musim utama, yaitu musim hujan dan musim kemarau, dengan curah hujan yang relatif tinggi sepanjang tahun. Kondisi iklim tersebut memengaruhi berbagai aktivitas pertambangan, khususnya pada kegiatan pengangkutan material yang sangat bergantung pada kondisi jalan angkut (BPS Kabupaten Muara Enim, 2025).

Curah hujan yang tinggi dapat menyebabkan penurunan kualitas permukaan jalan angkut akibat terbentuknya genangan air, erosi permukaan jalan, serta menurunnya daya dukung material penyusun jalan. Oleh karena itu, data curah hujan menjadi salah satu informasi pendukung yang penting dalam evaluasi kondisi jalan angkut karena berkaitan dengan tingkat kerusakan jalan dan efektivitas sistem drainase tambang (BPS Kabupaten Muara Enim, 2025).

Kondisi iklim di Kabupaten Muara Enim juga berpengaruh terhadap aspek keselamatan dan produktivitas alat angkut. Pada musim hujan, jalan angkut berpotensi mengalami penurunan kualitas yang dapat menghambat operasional alat angkut. Oleh sebab itu, pemeliharaan jalan angkut perlu dilakukan secara rutin agar kondisi geometri jalan tetap sesuai dengan standar yang ditetapkan dan dapat mendukung kelancaran kegiatan pengangkutan material overburden (BPS Kabupaten Muara Enim, 2025).

2.1.4 Lokasi dan Kesampaian Daerah



Sumber : penulis 2026

Gambar 2.1 Peta Kesampaian Daerah

Gambar 2.1 menunjukkan peta lokasi penelitian yang berada di wilayah PT Bukit Asam Tbk. terletak pada posisi $103^{\circ}50'54.978''$ BT dan $3^{\circ}45'1.510''$ LS Universal Transverse Mercator (UTM). Secara administrasi lokasi PT Bukit Asam Tbk. di Desa Tanjung Enim, Kecamatan Lawang Kidul, Kabupaten Muara Enim, Provinsi Sumatera Selatan. Jarak tempuh lewat jalan raya ± 97 kilometer dari kota Prabumulih. Akses menuju lokasi penelitian dapat ditempuh dengan jalur darat menuju ke kota Muara Enim membutuhkan waktu tempuh selama $\pm 2,5$ jam. Selanjutnya dari Muara Enim untuk sampai ke Tanjung Enim dibutuhkan waktu tempuh ± 25 menit. Wilayah Izin Usaha Penambangan (WIUP) PT Bukit Asam Tbk. terletak di daerah Tanjung Enim, Kecamatan Lawang Kidul, Kabupaten Muara Enim, Provinsi Sumatera Selatan pada posisi $3^{\circ}42'30''$ LS - $4^{\circ}47'30''$ LS dan $103^{\circ}45'00''$ BT - $103^{\circ}50'00''$ BT atau garis bujur 9.583.200 – 9.593.200 dan lintang 360.600 – 367.000.

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Definisi Jalan Angkut Tambang

Jalan angkut tambang merupakan elemen infrastruktur vital dalam sistem penambangan terbuka yang berfungsi sebagai jalur utama pengangkutan material dari area pit menuju lokasi penimbunan atau stockpile. Keberadaan jalan ini memastikan kegiatan transportasi alat berat seperti *dump truck* dan *wheel loader* berlangsung secara lancar, aman, dan efisien Yudhistira et al., (2024). Menurut Septiani et al. (2024), karakteristik jalan tambang berbeda dengan jalan umum karena bersifat sementara dan jarang dilapisi aspal. Desainnya disesuaikan dengan kondisi topografi, daya dukung tanah, serta spesifikasi teknis alat angkut yang digunakan dalam operasi tambang.

Beberapa faktor teknis dalam proses perencanaan geometri seperti kontur medan, stabilitas tanah, serta ukuran dan kapasitas alat angkut perlu diperhatikan Nanda, (2021). Jalan yang tidak dirancang sesuai standar dapat menyebabkan peningkatan waktu edar (*cycle time*) dan menurunkan efisiensi kerja alat angkut.

2.2.2 Geometri Jalan Angkut Tambang

Menurut Hadi et al., (2022), fungsi utama jalan angkut adalah untuk menunjang kelancaran operasi penambangan terutama dalam kegiatan pengangkutan. Desain geometri jalan harus dirancang sedemikian rupa agar dapat menunjang alat berat yang melintas dengan baik.

Geometri jalan angkut mencakup tiga parameter utama, yaitu lebar jalan pada kondisi lurus, lebar jalan pada kondisi tikungan, serta kemiringan atau *grade* jalan. Ketiga parameter ini saling berkaitan dalam menjamin kelancaran dan keselamatan operasional alat angkut di area tambang (Nawir et al., 2025).

2.2.2.1 Lebar Jalan Angkut Lurus

Menurut Azwari et al., (2015), berdasarkan standar AASHTO (*American Association of State Highway and Transportation Officials*), lebar jalan minimum pada jalan lurus dengan lajur ganda ataupun lebih harus ditambah dengan setengah lebar alat angkut pada bagian tepi kiri dan kanan jalan. Penentuan lebar jalan minimum pada jalan lurus dapat digunakan cara *rule of thumb*, yaitu jumlah lajur dikali dengan lebar alat angkut ditambah setengah lebar alat angkut untuk masing masing tepi kiri, kanan, dan jarak antara dua alat angkut yang sedang bersilangan. Persamaan yang digunakan yaitu:

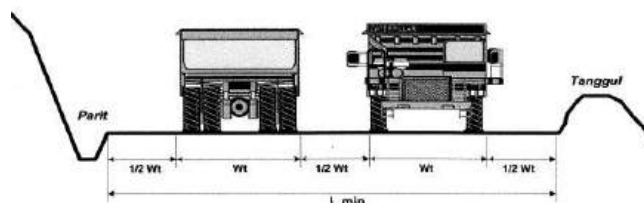
$$L_{min} = n \times W_t + (n + 1) \left(\frac{1}{2} W_t \right) \dots \dots \dots (2.1)$$

Keterangan :

L_{min} = lebar minimum jalan (m)

n = jumlah jalur lalu lintas

W_t = lebar alat angkut terbesar (m)



Sumber: Azwari (2015)

Gambar 2.2 Lebar Jalan Keadaan Lurus

2.2.2.2 Lebar Jalan pada Keadaan Tikungan

Menurut Sepriadi et al., (2017), berdasarkan standar AASHTO Lebar jalan pada bagian tikungan umumnya lebih besar dibandingkan jalan lurus karena kendaraan besar seperti *dump truck* memiliki bagian depan (*front overhang*) dan belakang (*rear overhang*) yang menonjol saat bermanuver. Untuk menghitung pelebaran tersebut, Lebar jalan angkut pada tikungan selalu dibuat lebih lebar dari pada jalan lurus. Hal ini didasarkan pada lebar lintasan alat angkut yaitu lebar tonjolan kendaraan bagian depan dan bagian belakang pada saat membelok. Lebar jalan angkut pada belokan selalu lebih besar dari pada lebar jalan lurus. Pada jalur ganda, maka lebar minimum pada belokan didasarkan atas lebar jejak ban, lebar jantai (tonjolan), jarak antara alat angkut pada saat bersimpangan, dan jarak dari kedua tepi jalan.

Rumus yang digunakan untuk menghitung lebar jalan angkut minimum pada belokan dapat menggunakan persamaan berikut :

$$W = n (U + Fa + Fb + Z) + C \dots\dots\dots (2.2)$$

$$C = Z = \frac{1}{2} \times (U + Fa + Fb) \dots\dots\dots (2.3)$$

$$fa = Ad \times \sin \alpha$$

$$fb = Ab \times \sin \alpha$$

$$\alpha = \sin^{-1} \frac{Wa}{\text{Radius putar}}$$

Keterangan:

W = Lebar Jalan Angkut Pada Tikungan (m)

n = Jumlah jalur

U = Jarak Antar Jejak Roda (m)

Fa = Lebar Jantai Depan (m)

Fb = Lebar Jantai belakang (m)

Z = Lebar bagian tepi jalan (m)

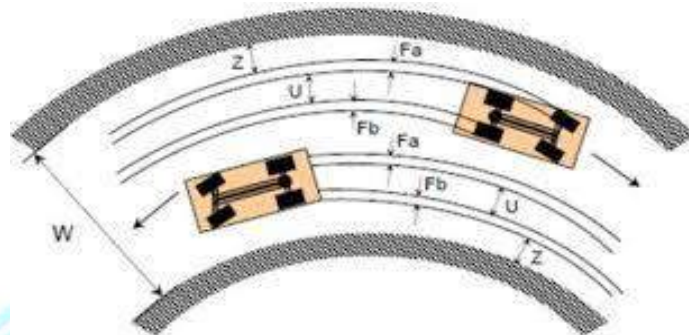
C = Jarak Antar Kendaraan (m)

Ad = jarak as roda depan dengan bagian depan dump truck (m)

Ab = jarak as roda belakang dengan bagian belakang dump truck (m)

Wa = jarak antara as roda depan dan belakang dari dump truck (m)

α = sudut penyimpangan (belok) roda depan ($^{\circ}$)



Sumber: Sepriadi (2017)

Gambar 2.3 Lebar Jalan Pada Tikungan

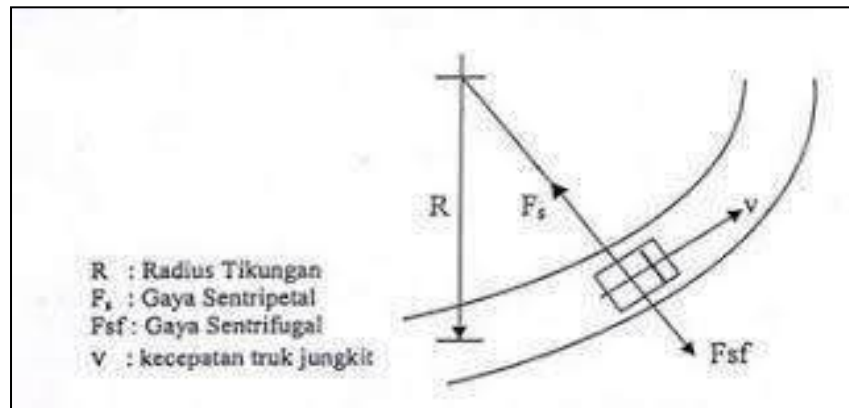
Standar AASHTO yang menetapkan lebar ideal sebesar 12,46 meter untuk dua jalur. Pelebaran jalan pada area tikungan memiliki fungsi penting dalam menjaga kestabilan alat angkut saat berbelok, menghindari risiko terguling, serta memastikan kendaraan tidak keluar jalur, terutama pada area dengan tikungan tajam dan perbedaan elevasi signifikan, Sepriadi et al., (2017).

2.2.2.3 Jari-Jari Tikungan dan Superelevasi

Menurut Bargawa, et., al. (2018). *Superelevasi* merupakan kemiringan jalan pada tikungan yang terbentuk oleh batas antara tepi jalan terluar dengan tepi jalan terdalam karena perbedaan ketinggian. Bagian tikungan jalan diberi *superelevasi* dengan cara meninggikan jalan pada sisi luar tikungan. Hal tersebut bertujuan untuk menghindari dan mencegah kendaraan agar tidak tergelincir keluar jalan atau terguling. Selain itu, kendaraan dapat mempertahankan kecepatan saat melewati tikungan.

Apabila suatu kendaraan bergerak dengan kecepatan tetap pada suatu lintasan datar atau miring yang berbentuk lengkung seperti lingkaran, maka pada kendaraan tersebut bekerja gaya sentrifugal yang mendorong kendaraan tersebut secara radial keluar dari jalur jalannya, berarah tegak lurus terhadap kecepatan (Gambar 2.3). Untuk dapat mempertahankan kendaraan tersebut tetap pada jalurnya, maka perlu adanya gaya yang dapat mengimbangi gaya

tersebut sehingga terjadi suatu keseimbangan Bargawa, et., al. (2018).

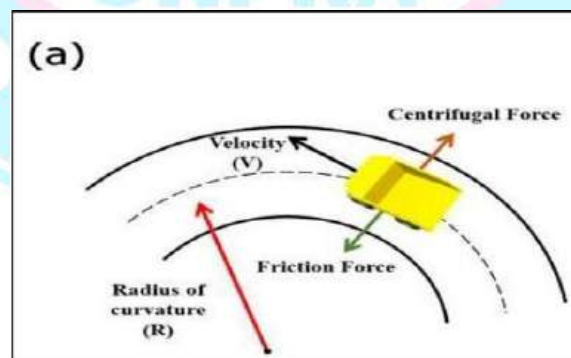


Sumber: Bargawa, Sulistyana Waterman (2018)

Gambar 2.4 Gaya Sentrifugal pada Tikungan

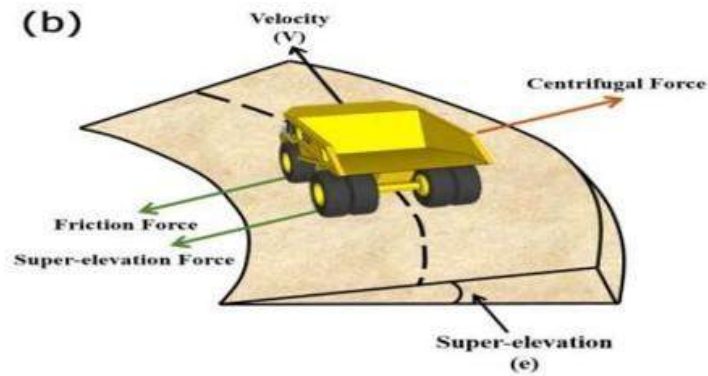
Untuk mengatasi gaya sentrifugal yang bekerja pada alat angkut yang sedang melewati tikungan jalan dapat dilakukan dengan membuat kemiringan ke arah titik pusat jari-jari tikungan. Kemiringan ini berfungsi untuk menjaga alat angkut agar tidak terguling saat melewati tikungan dengan kecepatan tertentu. Selain itu *superelevasi* juga berfungsi untuk mengalirkan air agar tidak menggenangi jalan angkut pada saat hujan Bargawa, et., al. (2018).

Pembuatan jalan tikungan harus menghitung besarnya *superelevasi* yang bertujuan untuk mengimbangi gaya sentrifugal diperoleh dengan cara membuat kemiringan melintang jalan dapat dilihat pada Gambar 2.4 dan Gambar 2.5 dibawah ini.



Sumber: Ardiansyah (2022)

Gambar 2.5 Jari-jari Tikungan



Sumber: Ardiansyah. (2022)

Gambar 2.6 *Superelevasi*

Superelevasi dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$f = -0,00065 \times v + 0,192 \dots\dots\dots (2.4)$$

$$R = \frac{v^2}{127 \times (e+f)} \dots\dots\dots (2.5)$$

$$e + f = \frac{v^2}{127 \times R} \dots\dots\dots (2.6)$$

$$\alpha = \tan^{-1} e \dots\dots\dots (2.7)$$

$$\alpha = r \times \sin \alpha \dots\dots\dots (2.8)$$

Keterangan :

f = koefisien gesekan

R = radius lengkung / jari-jari tikungan (m)

e = superelevasi

a = beda tinggi (cm)

v = kecepatan kendaraan (km/jam)

Menurut Bargawa, et.,al. (2018). “Besarnya angka superelevasi untuk beberapa jari-jari tikungan dengan berbagai variasi kecepatan alat angkut dapat bermacam-macam, untuk itu penentuan superelevasi selain dengan menggunakan rumus juga dapat dilakukan dengan penggunaan tabel seperti ditunjukkan pada Tabel 3.1.

Superelevasi sering dibuat 4%-5% ini dapat meminimalkan erosi permukaan selama kondisi operasi basah atau hujan. *Superelevasi* harus dirancang tidak melebihi 6%. Ardiansyah (2022) mengusulkan *superelevasi* pada jalan angkut sesuai dengan jari-jari kelengkungan dan kecepatan kendaraan (Tabel 2.1). Koefisien gesekan bervariasi sesuai dengan permukaan jalan dan diasumsikan 0,3 jika permukaannya berpasir dan lunak

atau berlumpur, serta 0,45 jika permukaan jalan sebagian terdiri dari kerikil.

Pada Tabel 2.1 terdapat angka superelevasi yang sama untuk kecepatan dan jari-jari yang berbeda. Hal ini disebabkan oleh nilai koefisien gesek yang berbeda untuk kombinasi kecepatan dan jari-jari tikungan. Atau dengan kata lain dapat dikatakan bahwa untuk melintasi tikungan dengan jari-jari tikungan dan kecepatan yang berbeda, maka gaya *sentrifugal* yang dialami oleh alat angkut juga akan berbeda.

Untuk perencanaan AASHTO menganjurkan pemakaian beberapa nilai *superelevasi*, yaitu 0,02; 0,04; 0,06; 0,08; 0,010; dan 0,012. Untuk daerah tambang yang berupa pegunungan umumnya mengambil nilai 0,02 karena kendaraan bergerak relatif lambat.

Tabel 2. 1 Superelevasi Sesuai Dengan Kelengkungan dan Kecepatan.

Radius of Curve (m)	Kecepatan (km/jam)				
	24	32	40	48	>56
15	4%	-	-	-	-
30	4%	4%	-	-	-
45	4%	4%	5%	-	-
75	4%	4%	4%	6%	-
90	4%	4%	4%	5%	6%
180	4%	4%	4%	4%	5%
360	4%	4%	4%	4%	4%

Sumber: Ardiansyah. (2022)

2.2.2.4 Kemiringan Jalan (*Grade*)

Menurut AASHTO (*American Association of State Highway and Transportation Officials*) (2011), kemiringan jalan maksimum yang dapat dilalui dengan baik dan dikategorikan aman oleh alat angkut truck berkisar antara 8%-10%. Kemiringan jalan berhubungan langsung dengan kemampuan alat angkut baik dalam pengereman maupun dalam mengatasi tanjakan. Kemiringan jalan dihitung menggunakan persamaan berikut.

$$\text{Grade (\%)} = \frac{\Delta h}{\Delta x} \times 100\% \dots\dots\dots (2.9)$$

keterangan:

Δh = Beda tinggi antara dua titik segmen yang diukur (m)

Δx = Jarak dasar antara dua titik segmen jalan diukur (m)

Kemiringan yang terlalu tinggi dapat meningkatkan konsumsi bahan bakar, menurunkan kecepatan kendaraan, serta menimbulkan risiko tergelincir, terutama saat kondisi jalan licin. Oleh karena itu, evaluasi berkala terhadap geometri jalan menjadi hal penting dalam menjaga efisiensi operasional dan keselamatan kerja di area tambang.

2.2.2.5 Kemiringan Melintang (*Cross Slope*)

Menurut Achida et al., (2021) *cross slope* adalah perbedaan ketinggian sisi jalan dengan bagian permukaan jalan di sisi yang lain. Besarnya angka *cross slope* pada jalan angkut dinyatakan dalam perbandingan jarak vertikal dan jarak horizontal. Pada konstruksi jalan angkut tambang terbuka dianjurkan mempunyai ketebalan 2% dari lebar jalan.



Sumber : Riyanto (2016)

Gambar 2.7 Bentuk *cross slope*

Cross slope dapat di hitung menggunakan persamaan berikut:

$$\text{Cross slope} = \frac{\Delta h}{\Delta x} \times 100\% \dots\dots\dots (2.10)$$

Keterangan :

Δh = beda *elevasi* sisi kiri dan kanan jalan (m)

Δx = lebar jalan (m)

BAB III

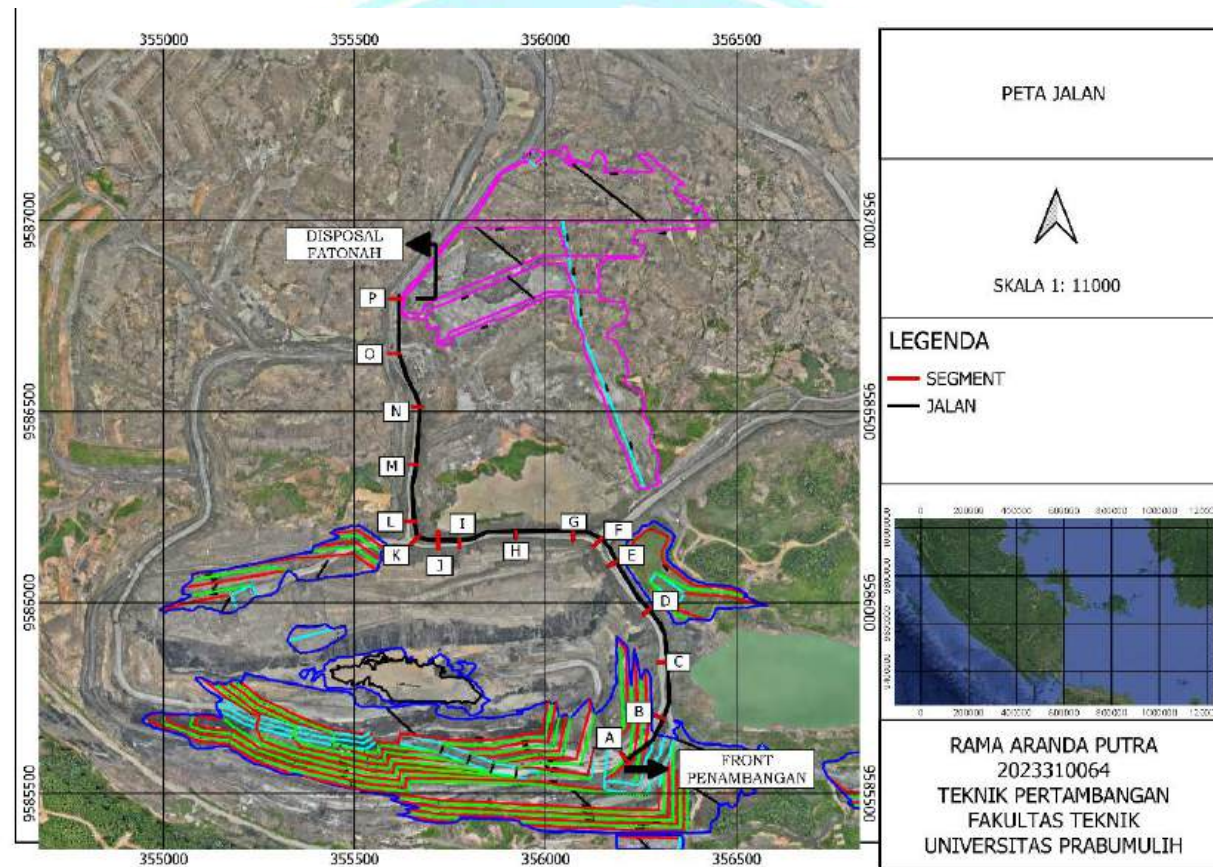
METODE PENELITIAN

3.1. Lokasi dan Waktu Penelitian

3.1.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian yang berada di wilayah PT Bukit Asam Tbk. terletak pada posisi $103^{\circ}50'54.978''$ BT dan $3^{\circ}45'1.510''$ LS Universal Transverse Mercator (UTM). Secara administrasi lokasi PT Bukit Asam Tbk. di Desa Tanjung Enim, Kecamatan Lawang Kidul, Kabupaten Muara Enim, Provinsi Sumatera Selatan. Jarak tempuh lewat jalan raya ± 97 kilometer dari kota Prabumulih. Akses menuju lokasi penelitian dapat ditempuh dengan jalur darat menuju ke kota Muara Enim membutuhkan waktu tempuh selama $\pm 2,5$ jam. Selanjutnya dari Muara Enim untuk sampai ke Tanjung Enim dibutuhkan waktu tempuh ± 25 menit. Wilayah Izin Usaha Penambangan (WIUP) PT Bukit Asam Tbk. terletak di daerah Tanjung Enim, Kecamatan Lawang Kidul, Kabupaten Muara Enim, Provinsi Sumatera Selatan pada posisi $3^{\circ}42'30''$ LS - $4^{\circ}47'30''$ LS dan $103^{\circ}45'00''$ BT - $103^{\circ}50'00''$ BT atau garis bujur 9.583.200 – 9.593.200 dan lintang 360.600 – 367.000.

Lokasi penelitian dipilih karena jalur jalan angkut *overburden* dari *Front* Penambangan Site Muara Tiga Besar Selatan (MTBS) menuju Disposasi Fatonah merupakan salah satu jalur utama yang memiliki intensitas lalu lintas alat angkut yang tinggi. Jalur ini dilalui oleh unit HD Komatsu 785-7 yang mengangkut material *overburden* secara terus-menerus selama kegiatan produksi berlangsung. Kondisi tersebut menjadikan jalur ini layak dijadikan objek penelitian untuk mengevaluasi kesesuaian geometri jalan angkut terhadap standar teknis yang berlaku.



Sumber : PT Bukit Asam Tbk

Gambar 3.1 Peta Area Lokasi Penelitian

Area penelitian yang ditampilkan pada Gambar 3.1 merupakan Peta penelitian yang menunjukkan jalur jalan angkut *overburden* dari *Front Penambangan Site* Muara Tiga Besar Selatan (MTBS) menuju Disposal Fatonah di PT Bukit Asam Tbk. Jalur tersebut merupakan rute dalam pengangkutan material *overburden* dari area *front loading* menuju lokasi pembuangan (disposal). total panjang jalan angkut *overburden* yang diteliti mencapai $\pm 1.802,45$ meter. Untuk memudahkan proses pengamatan dan analisis geometri jalan, jalur angkut tersebut dibagi menjadi 15 segmen, yang terdiri atas kombinasi jalan lurus dan jalan tikungan. Setiap segmen diberi kode A hingga P sebagai titik pengamatan penelitian. Pembagian segmen ini dilakukan untuk menganalisis kondisi geometri jalan angkut secara lebih rinci, meliputi lebar jalan lurus, lebar tikungan, kemiringan jalan (*grade*), *superelevasi*, dan *cross slope*.

3.1.2 Waktu Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini adalah selama 2 bulan, yaitu mulai dari bulan Maret sampai dengan April pelaksanaan penelitian yang akan dilakukan secara jelas dapat dilihat pada Tabel 3.1 sebagai berikut:

Tabel 3.1. Jadwal Kegiatan Penelitian

No	Kegiatan	Bulan ke-, Minggu ke-,							
		1				2			
		1	2	3	4	1	2	3	4
1	Observasi Awal								
2	Pengambilan Data								
3	Pengolahan Data								
4	Analisis Data								
5	Konsultasi dan Bimbingan								
6	Penyusunan dan Pengumpulan Tugas Akhir								

Sumber: Penulis (2026)

3.2 Tahapan Penelitian

Metode yang Penulis gunakan untuk mengambil data yang dibutuhkan untuk keperluan penyelesaian proposal tugas akhir ini:

1. *Observasi* lapangan

Observasi lapangan adalah kegiatan yang berupa kunjungan dan pengamatan langsung. Tujuan dari *observasi* langsung untuk mengumpulkan data yang terkait dengan penelitian Tugas Akhir. Data dapat berupa data *primer* dan data *sekunder*.

2. Pengambilan data

Menyatakan bahwa pengambilan data bertujuan untuk memperoleh informasi yang dibutuhkan dalam mencapai tujuan penelitian. Tujuan yang ingin dicapai berkaitan dengan Mengetahui geometri jalan angkut dan menganalisis kelayakan geometri jalan angkut berdasarkan standar KEPMEN ESDM No.1827 K/30/MEM/2018 data yang diambil pada saat rencana penelitian dapat dikelompokkan menjadi data *primer* dan data *sekunder* sebagai berikut.

1. Data *Primer*, merupakan sumber data yang diperoleh secara langsung dari sumber asli atau pihak pertama. Pengambilan data dilakukan dengan pengamatan langsung ke lapangan yang meliputi:
 - 1) Data Lebar Jalan Lurus
 - 2) Data Lebar Jalan Tikungan
 - 3) Data *elevasi* jalan
 - 4) Data kemiringan jalan (*grade*)
 - 5) Data kemiringan melintang jalan (*cross slope*)
- b. Data *Sekunder*, pada umumnya berupa bukti, catatan, atau laporan *historis* yang telah tersusun dalam arsip perusahaan, meliputi:
 - 1) Peta Jalan Tambang.
 - 2) Panjang jalan angkut.
 - 3) Data Spesifikasi Alat Angkut yang digunakan.
 - 4) Data Curah Hujan.

3. Pengolahan data

Pengolahan data pada penelitian ini dilakukan terhadap data primer dan data sekunder yang telah dikumpulkan. Data *primer* berupa hasil pengukuran langsung geometri jalan angkut di lapangan, sedangkan data *sekunder* meliputi peta jalan tambang dan spesifikasi alat angkut yang digunakan. Seluruh data kemudian dikelompokkan berdasarkan masing-masing parameter geometri jalan, selanjutnya dihitung menggunakan persamaan yang mengacu pada standar KEPMEN ESDM No.1827 K/30/MEM/2018.

4. Analisis Hasil Pengolahan Data

Dari analisis data yang diperoleh pada saat penelitian di lapangan ialah berupa kondisi aktual jalan angkut tambang beserta parameter geometri jalan angkut yang meliputi lebar jalan lurus, lebar tikungan, kemiringan memanjang (*grade*), kemiringan melintang (*cross slope*) dan *superelevasi*. Data yang telah diperoleh kemudian dikelompokkan berdasarkan masing-masing parameter, kemudian dianalisis dan dihitung sesuai standar KEPMEN ESDM No.1827 K/30/MEM/2018. Hasil perbandingan tersebut digunakan untuk menentukan tingkat kelayakan masing-masing parameter geometri jalan angkut serta mengidentifikasi segmen jalan yang memerlukan perbaikan guna mendukung keselamatan dan kelancaran kegiatan pengangkutan *overburden* di PT Bukit Asam Tbk.

5. Kesimpulan

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kelayakan geometri jalan angkut *overburden* dari *front* Penambangan Site Muara Tiga Besar Selatan (MTBS) menuju Disposal Fatonah di PT Bukit Asam Tbk, dengan mengacu pada standar KEPMEN ESDM No.1827 K/30/MEM/2018. Melalui penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap peningkatan efisiensi dan keselamatan operasional pada kegiatan pengangkutan material *overburden*.

3.2.1 Metode Pengambilan Data

Pengambilan data dilakukan secara langsung di lapangan pada jalur jalan angkut *overburden* dari *Front* Penambangan Site Muara Tiga Besar Selatan (MTBS) menuju Disposal Fatonah di PT Bukit Asam Tbk. Data yang dikumpulkan meliputi lebar jalan lurus, lebar jalan tikungan, *elevasi* jalan,

kemiringan jalan (*grade*), kemiringan tikungan (*superelevasi*), dan kemiringan melintang jalan (*cross slope*). Pengukuran dilakukan menggunakan meteran dan aplikasi Avenza Maps yang digunakan oleh perusahaan untuk memperoleh data koordinat dan *elevasi* jalan angkut.

1. Pengukuran Lebar Jalan Lurus

Pengukuran lebar jalan lurus dilakukan menggunakan meteran dengan cara mengukur jarak dari tepi kiri hingga tepi kanan badan jalan pada setiap segmen jalan lurus yang telah ditentukan. Pengukuran dilakukan pada beberapa titik pengamatan untuk memperoleh kondisi aktual lebar jalan angkut yang digunakan oleh alat angkut HD Komatsu 785-7.

2. Pengukuran Lebar Jalan Tikungan

Pengukuran lebar jalan tikungan dilakukan menggunakan meteran dengan cara mengukur lebar efektif badan jalan pada area tikungan. Data ini digunakan untuk mengetahui apakah lebar jalan tikungan telah memenuhi standar yang dipersyaratkan untuk pergerakan alat angkut saat bermanuver.

3. Pengukuran *Elevasi* Jalan

Data *elevasi* jalan diperoleh menggunakan aplikasi Avenza Maps yang digunakan di area penambangan PT Bukit Asam Tbk. Pengambilan data dilakukan pada setiap titik awal dan akhir segmen jalan angkut. Data *elevasi* tersebut digunakan sebagai dasar perhitungan kemiringan jalan (*grade*) dan analisis kondisi geometri jalan angkut.

4. Pengukuran Kemiringan Melintang (*Cross Slope*)

Pengukuran *cross slope* dilakukan dengan menentukan beda *elevasi* antara sisi kiri dan sisi kanan permukaan jalan pada setiap segmen pengamatan. Data beda *elevasi* dan lebar jalan kemudian digunakan untuk menghitung nilai *cross slope* yang berfungsi sebagai sistem drainase permukaan jalan.

5. Pengukuran *Superelevasi*

Pengukuran *superelevasi* dilakukan pada segmen jalan tikungan dengan mengukur perbedaan *elevasi* antara sisi luar dan sisi dalam tikungan. Data tersebut digunakan untuk mengetahui besarnya kemiringan melintang pada tikungan yang berfungsi mengurangi pengaruh gaya sentrifugal dan meningkatkan keselamatan alat angkut saat melewati tikungan.

3.2.2 Analisis Data

Data yang telah diperoleh dari hasil pengukuran lapangan selanjutnya diolah dan dianalisis untuk mengetahui tingkat kelayakan geometri jalan angkut *overburden* dari *Front* Penambangan Site Muara Tiga Besar Selatan (MTBS) menuju Disposal Fatonah di PT Bukit Asam Tbk. Analisis dilakukan dengan membandingkan kondisi aktual jalan angkut terhadap standar geometri jalan angkut berdasarkan KEPMEN ESDM No 1827 K/30/MEM/2018 dan referensi teknis yang digunakan dalam penelitian.

Analisis data dilakukan terhadap beberapa parameter geometri jalan angkut sebagai berikut:

1. Lebar Jalan Lurus

Data hasil pengukuran lebar jalan lurus dibandingkan dengan lebar jalan minimum yang dihitung berdasarkan dimensi alat angkut terbesar yang beroperasi, yaitu HD Komatsu 785-7. Hasil perbandingan digunakan untuk menentukan apakah setiap segmen jalan lurus telah memenuhi standar atau masih memerlukan perbaikan.

2. Lebar Jalan Tikungan

Data lebar jalan tikungan dianalisis dengan membandingkan hasil pengukuran lapangan terhadap lebar minimum jalan tikungan yang dihitung berdasarkan dimensi alat angkut dan kebutuhan ruang gerak kendaraan saat berbelok.

3. Kemiringan Jalan (*Grade*)

Nilai *grade* dihitung berdasarkan perbandingan antara beda *elevasi* dan panjang segmen jalan. Hasil perhitungan kemudian dibandingkan dengan standar kemiringan jalan angkut yang direkomendasikan untuk menunjang keselamatan dan kelancaran operasi pengangkutan.

4. *Superelevasi*

Data *superelevasi* dianalisis untuk mengetahui kesesuaian kemiringan tikungan terhadap rekomendasi berdasarkan jari-jari tikungan dan kecepatan kendaraan. Analisis ini bertujuan untuk mengevaluasi keamanan alat angkut saat melewati tikungan.

5. Kemiringan Melintang (*Cross Slope*)

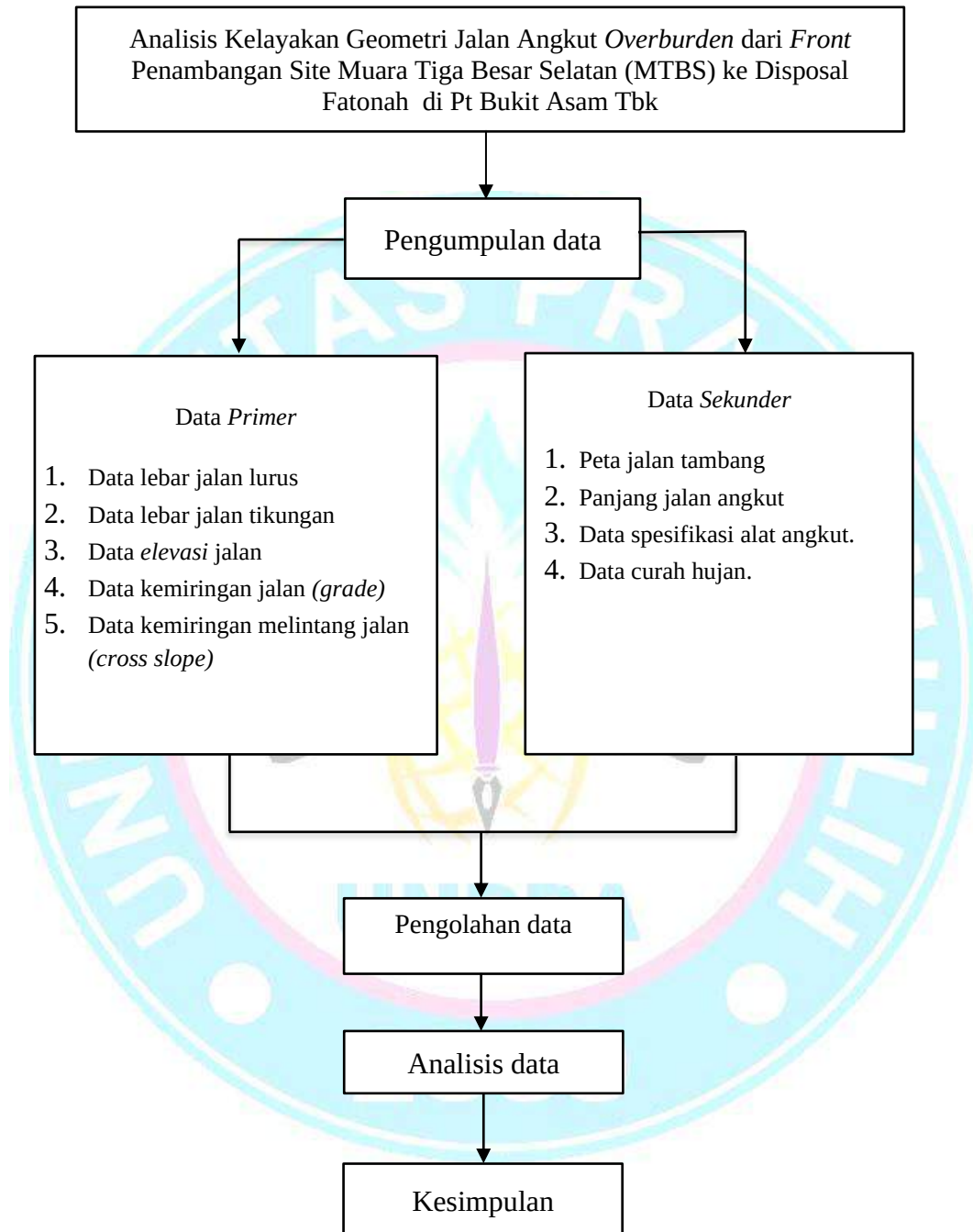
Nilai *cross slope* dihitung berdasarkan perbandingan beda *elevasi* sisi kiri dan kanan jalan terhadap lebar jalan. Hasilnya dibandingkan dengan standar yang direkomendasikan untuk memastikan sistem drainase jalan berfungsi dengan baik.

Hasil analisis dari setiap parameter geometri jalan angkut kemudian digunakan untuk menentukan tingkat kelayakan masing-masing segmen jalan serta memberikan rekomendasi perbaikan terhadap segmen yang belum memenuhi standar.



3.3. Bagan Alir Penelitian

Bagan alir dari kegiatan penelitian yang dilakukan disesuaikan dengan tahapan dari penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.3.



Sumber: Penulis (2026)

Gambar 3.3 Bagan Alir Penelitian

BAB IV

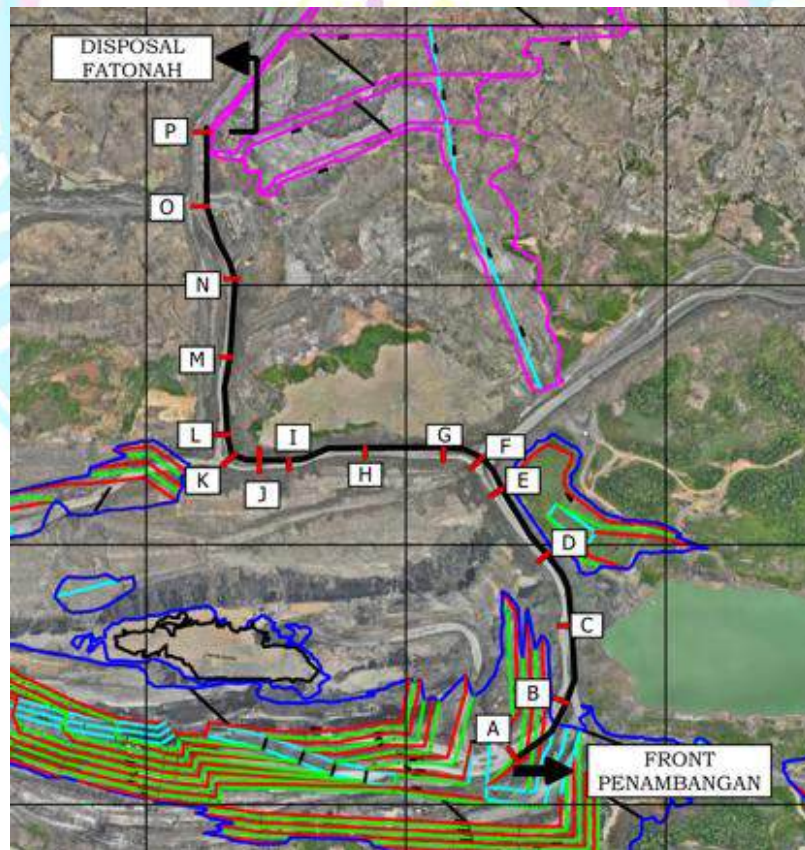
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kondisi Aktual Jalan Angkut *Overburden*

Jalan angkut *overburden* yang menjadi lokasi penelitian terletak pada jalur *hauling* dari *front* Penambangan Site Muara Tiga Besar Selatan (MTBS) menuju Disposol Fatonah di PT Bukit Asam Tbk. Jalur ini berfungsi sebagai akses dalam kegiatan pengangkutan material *overburden* dengan menggunakan alat angkut HD Komatsu 785-7.

4.1.1 Panjang Jalan dan Jumlah Segmen

Hasil pengukuran lapangan menunjukkan bahwa total panjang jalan angkut *overburden* dari *front loading* hingga disposal mencapai $\pm 1.802,45$ meter. Jalan tersebut terbagi menjadi 15 segmen yang terdiri dari kombinasi jalan lurus dan tikungan.



Sumber: PT Bukit Asam Tbk

Gambar 4. 1 Segmen Jalan Angkut *overburden*

Berdasarkan Gambar 4.1, segmen jalan terdiri dari jalan lurus dan tikungan yang digunakan sebagai jalur *hauling* material *overburden* menggunakan HD Komatsu 785-7. Pada Tabel 4.1 Terdapat 11 lebar jalan angkut lurus yaitu segmen, A-B, B-C, C-D, D-E, G-H, H-I, I-J, L-M, M-N, N-O, O-P, dan terdapat 4 Segmen jalan tikungan meliputi segmen E-F, F-G, J-K, K-L.

Tabel 4.1 Komponen Jalan Angkut *Overburden*

No	Segmen	Panjang Jalan (m)	Lebar Jalan Aktual (m)	Lebar Standar (m)	Kategori
1	A-B	150.52	25.20	24, 15	Lurus
2	B-C	150.34	23.45	24,15	Lurus
3	C-D	150.09	24.79	24,15	Lurus
4	D-E	150.24	22.13	24, 15	Lurus
5	E-F	72.88	24.25	26,85	Tikungan
6	F-G	78.66	29.19	26,85	Tikungan
7	G-H	150.09	26.50	24, 15	Lurus
8	H-I	150.37	20.45	24, 15	Lurus
9	I-J	57.11	20.38	24, 15	Lurus
10	J-K	50.85	21.36	26,85	Tikungan
11	K-L	42.49	30.02	26,85	Tikungan
12	L-M	150.58	22.62	24, 15	Lurus
13	M-N	150.66	17.84	24, 15	Lurus
14	N-O	150.06	22.73	24, 15	Lurus
15	O - P	147.51	27.59	24, 15	Lurus

Sumber : Penulis 2026

Setiap segmen memiliki kondisi geometri yang berbeda sehingga perlu dilakukan evaluasi kelayakan geometri jalan guna mendukung aspek keselamatan serta kelancaran operasional pengangkutan.

4.1.2 Spesifikasi Alat Angkut

Alat angkut terbesar yang beroperasi pada jalur *hauling* ini adalah HD (*Haul Dump Truck*) Komatsu 785-7 dengan lebar kendaraan sebesar 6,885 meter. Dengan demikian, perencanaan maupun evaluasi geometri jalan harus disesuaikan dengan dimensi alat angkut tersebut agar proses pengangkutan material dapat berlangsung secara aman, efektif, dan efisien. Data spesifikasi dan dimensi lengkap alat angkut HD Komatsu 785-7 dapat dilihat pada Lampiran B.

4.1.3 Data Aktual Lebar Jalan Lurus

Pengukuran lebar jalan lurus dilakukan secara langsung di lapangan menggunakan meteran pada setiap segmen jalan lurus yang telah ditentukan. Pengukuran dilakukan dari tepi kiri hingga tepi kanan badan jalan untuk memperoleh kondisi aktual lebar jalan angkut *overburden* yang digunakan oleh alat angkut HD Komatsu 785-7. Segmen jalan lurus yang diamati dalam penelitian ini meliputi segmen A-B, B-C, C-D, D-E, G-H, H-I, I-J, L-M, M-N, N-O, O-P. Hasil pengukuran lebar jalan lurus pada masing-masing segmen disajikan pada Tabel 4.2

Tabel 4.2 Data Aktual Lebar Jalan Lurus

Segmen Lebar Jalan Lurus		
Segmen Jalan	Lebar Standar (m)	Lebar Jalan Lurus Aktual (m)
A-B	24.15	25.20
B-C	24.15	23.45
C-D	24.15	24.79
D-E	24.15	22.13
G-H	24.15	26.50
H-I	24.15	20.45
I-J	24.15	20.38
L-M	24.15	22.62
M-N	24.15	17.84
N-O	24.15	22.73
O - P	24.15	27.59

Sumber: Penulis 2026

Berdasarkan Tabel 4.2, diperoleh data aktual lebar jalan lurus pada setiap segmen jalan angkut *overburden* dari *Front* Penambangan Site Muara Tiga Besar Selatan (MTBS) menuju Disposasi Fatonah. Data hasil pengukuran tersebut selanjutnya digunakan sebagai dasar dalam analisis kesesuaian lebar jalan lurus terhadap standar geometri jalan angkut pada Subbab 4.2.

4.1.4 Data Aktual Lebar Jalan Tikungan

Pengukuran lebar jalan tikungan dilakukan secara langsung di lapangan menggunakan meteran pada segmen jalan yang memiliki perubahan arah atau tikungan. Pengukuran dilakukan untuk memperoleh data lebar efektif badan jalan yang tersedia bagi alat angkut saat melakukan manuver. Segmen jalan tikungan yang diamati dalam penelitian ini meliputi segmen E-F, F-G, J-K, dan K-L. Hasil pengukuran lebar jalan tikungan pada masing-masing segmen disajikan pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Data Aktual Lebar Jalan Tikungan

Segmen Lebar Jalan Tikungan		
Segmen Jalan	Lebar Tikungan Standar (m)	Lebar Jalan Tikungan Aktual (m)
E-F	26,85	24.25
F-G	26,85	29.19
J-K	26,85	21.36
K-L	26,85	30.02

Sumber: Penulis 2026

Berdasarkan Tabel 4.3, diperoleh data aktual lebar jalan tikungan pada jalur pengangkutan *overburden* yang diteliti. Data tersebut selanjutnya digunakan sebagai dasar dalam analisis kesesuaian lebar jalan tikungan terhadap standar geometri jalan angkut pada Subbab 4.2

4.1.5 Data Aktual Elevasi Jalan

Data elevasi jalan diperoleh melalui pengamatan lapangan menggunakan aplikasi Avenza Maps yang digunakan di area operasional PT Bukit Asam Tbk. Pengambilan data dilakukan pada titik awal dan titik akhir setiap segmen jalan angkut untuk mengetahui perubahan elevasi sepanjang jalur pengangkutan *overburden* dari *front loading* menuju Disposasi Fatonah.

Hasil pengukuran elevasi pada masing-masing segmen jalan angkut disajikan pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Data Aktual Elevasi Jalan

Segmen	Elevasi Awal	Elevasi Akhir	Panjang Segmen
A-B	89.61	83.91	150.52
B-C	83.91	81.76	150.34
C-D	81.76	77.50	150.09
D-E	77.50	67.74	150.24
E-F	67.74	67.35	72.88
F-G	67.35	74.60	78.66
G-H	74.60	84.43	150.09
H-I	84.43	71.91	150.37
I-J	71.91	72.81	57.11
J-K	72.81	73.87	50.85
K-L	73.87	81.03	42.49
L-M	81.03	78.00	150.58
M-N	78.00	87.52	150.66
N-O	87.52	82.19	150.06
O - P	82.19	84.96	147.51

Sumber: Penulis 2026

Berdasarkan Tabel 4.4, diperoleh data elevasi aktual pada setiap segmen jalan angkut. Data elevasi tersebut selanjutnya digunakan sebagai dasar dalam perhitungan kemiringan jalan (*grade*) pada Subbab 4.2.

4.1.6 Data Aktual Kemiringan Jalan (*Grade*)

Kemiringan jalan (*grade*) merupakan salah satu parameter penting dalam geometri jalan angkut karena berpengaruh terhadap kemampuan alat angkut saat melewati tanjakan maupun turunan. Nilai grade diperoleh dari hasil perhitungan berdasarkan selisih elevasi antara titik awal dan titik akhir setiap segmen terhadap panjang segmen jalan. Hasil perhitungan grade pada setiap segmen jalan angkut disajikan pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Data Aktual Kemiringan Jalan (*Grade*)

Segmen	Elevasi	Beda Elevasi (m)	Panjang Jalan (m)	Grade (%) 8%-12% Max
A-B	89.61	5.7	150.52	3.79%
	83.91			
B-C	83.91	2.15	150.34	1.43%
	81.76			

Segmen	Elevasi	Beda Elevasi (m)	Panjang Jalan (m)	Grade (%) 8%-12% Max
C-D	81.76 77.50	4.26	150.09	2.84%
D-E	77.50 67.74	9.76	150.24	6.50%
E-F	67.74 67.35	0.39	72.88	0.54%
F-G	67.35 74.60	7.25	78.66	9.22%
G-H	74.60 84.43	9.83	150.09	6.55%
H-I	84.43 71.91	12.52	150.37	8.33%
I-J	71.91 72.81	0.9	57.11	1.58%
J-K	72.81 73.87	1.06	50.85	2.08%
K-L	73.87 81.03	7.16	42.49	16.85%
L-M	81.03 78.00	3.03	150.58	2.01%
M-N	78.00 87.52	9.52	150.66	6.32%
N-O	87.52 82.19	5.33	150.06	3.55%
O-P	82.19 84.96	2.77	147.51	1.88%

Sumber: Penulis 2026

Berdasarkan Tabel 4.5 diperoleh nilai *grade* pada setiap segmen jalan angkut yang selanjutnya digunakan sebagai dasar dalam analisis kesesuaian terhadap standar KEPMEN ESDM No.1827 K/30/MEM/2018 pada Subbab 4.2.

4.1.7 Data Aktual *Cross Slope*

Pengukuran *cross slope* dilakukan untuk memperoleh data kemiringan melintang permukaan jalan angkut. Data diperoleh melalui pengukuran beda elevasi antara sisi kiri dan sisi kanan badan jalan pada setiap segmen pengamatan. Hasil pengukuran tersebut digunakan untuk mengetahui kondisi drainase permukaan jalan angkut. Data aktual *cross slope* pada setiap segmen disajikan pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Data Aktual (*Cross Slope*)

Segmen	Elevasi		Beda Elevasi	Lebar Jalan	Croose Slope (%)
	E Kiri	E Kanan			Min (2%) Max(4%)
A-B	86.44	89.61	-3.17	25.20	-0.13
B-C	86.70	83.91	2.79	23.45	0.12
C-D	83.75	81.76	1.99	24.79	0.08
D-E	79.80	77.50	2.3	22.13	0.10
E-F	72.87	67.74	5.13	24.25	0.21
F-G	70.49	67.35	3.14	29.19	0.11
G-H	78.20	74.60	3.6	26.50	0.14
H-I	89.17	84.43	4.74	20.45	0.23
I-J	71.63	71.91	-0.28	20.38	-0.01
J-K	71.82	72.81	-0.99	21.36	-0.05
K-L	75.07	73.87	1.2	30.02	0.04
L-M	83.89	81.03	2.86	22.62	0.13
M-N	79.10	78.00	1.1	17.84	0.06
N-O	85.11	87.52	-2.41	22.73	-0.11
O-P	86.25	82.19	4.06	27.59	0.15

Sumber: Penulis 2026

Berdasarkan Tabel 4.6, diperoleh data aktual yang digunakan dalam perhitungan nilai *cross slope* pada masing-masing segmen jalan angkut. Data tersebut selanjutnya dianalisis untuk mengevaluasi kesesuaiannya terhadap rekomendasi geometri jalan angkut.

4.2 Analisis Geometri Jalan Angkut

Analisis geometri jalan angkut dilakukan berdasarkan data hasil pengukuran langsung di lapangan yang kemudian dibandingkan dengan standar geometri jalan angkut sesuai KEPMEN ESDM No. 1827 K/30/MEM/2018. Parameter yang dianalisis meliputi lebar jalan lurus, lebar jalan tikungan, kemiringan jalan (*grade*), kemiringan tikungan (*superelevasi*), dan kemiringan *melintang* (*cross slope*).

Pengukuran kondisi aktual geometri jalan angkut dilakukan menggunakan alat ukur meteran pada jalur pengangkutan *overburden* dari

Front Penambangan Site Muara Tiga Besar Selatan menuju Disposal Fatonah di PT Bukit Asam Tbk. Analisis ini bertujuan untuk mengetahui tingkat kelayakan geometri jalan angkut sehingga dapat mendukung keselamatan serta kelancaran kegiatan pengangkutan material *overburden*.

4.2.1 Lebar Jalan lurus

Lebar jalan lurus merupakan jarak antara tepi kiri dan tepi kanan badan jalan pada segmen jalan yang tidak memiliki tikungan. Lebar jalan yang memadai diperlukan untuk memberikan ruang gerak yang cukup bagi kendaraan, terutama saat dua unit alat angkut berpapasan. Evaluasi lebar jalan dilakukan berdasarkan standar geometri jalan angkut untuk alat angkut terbesar yang beroperasi di lokasi penelitian, yaitu HD Komatsu 785-7 dengan lebar alat 6,90 m.

Lebar jalan lurus minimum untuk dua jalur dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$\text{Lebar alat angkut (Wt)} = 6,885 = 6,9$$

$$\text{Jumlah jalur (n)} = 2$$

Perhitungan :

$$L_{\min} = n \times Wt + (n + 1) \left(\frac{1}{2} Wt \right)$$

$$L_{\min} = 2 \times 6,9 + (2 + 1) \left(\frac{1}{2} 6,9 \right)$$

$$L_{\min} = 24,15$$

Berdasarkan hasil perhitungan, lebar jalan lurus minimum yang direkomendasikan untuk dua jalur adalah 24,15 m. Perhitungan lengkap dapat dilihat pada Lampiran C.

Tabel 4.7 Lebar Jalan Angkut Lurus

Segmen Lebar Jalan Lurus			
Segmen Jalan	Lebar Standar (m)	Lebar Jalan Lurus (m)	Kategori
A-B	24.15	25.20	Sesuai
B-C	24.15	23.45	Tidak Sesuai
C-D	24.15	24.79	Sesuai
D-E	24.15	22.13	Tidak Sesuai

Segmen Jalan	Lebar Standar	Lebar Jalan Lurus	Kategori
G-H	24.15	26.50	Sesuai
H-I	24.15	20.45	Tidak Sesuai
I-J	24.15	20.38	Tidak Sesuai
L-M	24.15	22.62	Tidak Sesuai
M-N	24.15	17.84	Tidak Sesuai
N-O	24.15	22.73	Tidak Sesuai
O - P	24.15	27.59	Sesuai

Sumber : Penulis 2026

Berdasarkan hasil pengukuran, lebar jalan lurus pada jalur angkut *overburden* menunjukkan variasi pada setiap segmen. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa sebagian besar segmen telah memenuhi lebar minimum yang direkomendasikan yaitu 24,15 m. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa ruang gerak kendaraan masih cukup untuk mendukung kelancaran lalu lintas alat angkut saat berpapasan.

Namun demikian, masih terdapat beberapa segmen yang memiliki lebar jalan di bawah standar yang direkomendasikan, yaitu segmen B-C (Gambar 4.3), D-E (Gambar 4.4), H-I dan I-J (Gambar 4.5), L-M (Gambar 4.6), M-N (Gambar 4.7), dan N-O (Gambar 4.8). Kondisi pada masing-masing segmen tersebut menunjukkan bahwa lebar jalan belum memenuhi standar minimum sehingga berpotensi mengurangi jarak aman antar kendaraan, meningkatkan risiko terjadinya hambatan lalu lintas, serta menurunkan tingkat keselamatan operasi pengangkutan. Oleh karena itu, diperlukan pelebaran pada segmen-segmen yang belum memenuhi standar agar seluruh jalur angkut dapat beroperasi dengan aman dan efisien.



Sumber : Penulis 2026

Gambar 4.3 Lebar Jalan Lurus Segmen B-C



Sumber : Penulis 2026

Gambar 4.4 Lebar Jalan Lurus Segmen D-E



Sumber : Penulis 2026

Gambar 4.5 Lebar Jalan Lurus Segmen H-I dan I-J



Sumber : Penulis 2026

Gambar 4.6 Lebar Jalan Lurus Segmen L-M



Sumber : Penulis 2026

Gambar 4.7 Lebar Jalan Lurus Segmen M-N



Sumber : Penulis 2026

Gambar 4.8 Lebar Jalan Lurus Segmen N-O

4.2.2 Lebar Jalan Tikungan

Lebar jalan tikungan merupakan lebar badan jalan pada bagian jalan yang mengalami perubahan arah. Pada area tikungan, kendaraan membutuhkan ruang gerak yang lebih besar dibandingkan jalan lurus karena adanya penyimpangan lintasan roda depan dan roda belakang saat kendaraan berbelok. Oleh karena itu, lebar jalan tikungan harus lebih besar dibandingkan

lebar jalan lurus untuk menjamin keselamatan dan kelancaran operasi pengangkutan.

Lebar jalan tikungan minimum dihitung berdasarkan dimensi alat angkut terbesar yang beroperasi pada lokasi penelitian. Contoh perhitungan lebar jalan tikungan berdasarkan dimensi HD Komatsu 785-7 adalah sebagai berikut :

Diketahui :

- (U) Lebar alat angkut dari poros roda kanan dan kiri (m) = 4,17 m
- (Fa) Jarak as roda depan dengan bagian depan alat = 2,15 m
- (Fb) Jarak as roda belakang dengan bagian belakang alat = 3,19 m
- Sudut penyimpangan roda depan (α) = 41°

Perhitungan:

$$\begin{aligned} Fa &= (\text{jarak as roda depan dengan bagian depan alat}) \times (\sin \alpha) \\ &= 2,15 \text{ m} \times \sin 41^\circ \\ &= 1,410 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Fb &= (\text{jarak as roda belakang dengan bagian belakang alat}) \times (\sin \alpha) \\ &= 3,19 \text{ m} \times \sin 41^\circ \\ &= 2,092 \text{ m} \end{aligned}$$

$$C = Z = \frac{U + Fa + Fb}{2} = \frac{4,17 + 1,410 + 2,092}{2} = 3,83$$

Lebar jalan angkut minimum pada tikungan dua jalur :

$$\begin{aligned} W &= n (U + Fa + Fb + Z) + C \\ &= 2 (4,17 + 1,410 + 2,092 + 3,83) + 3,83 \\ &= 2 (11,508) + 3,83 \\ &= 23,016 + 3,83 \\ &= 26,85 \text{ m} \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan, lebar jalan tikungan minimum yang direkomendasikan adalah 26,85 m. Perhitungan lengkap dapat dilihat pada Lampiran D.

Table 4.8 Lebar Jalan Angkut Tikungan

Segmen Lebar Jalan Tikungan			
Segmen Jalan	Lebar Tikungan Standar	Lebar Jalan Tikungan	Kategori
E-F	26,85	24.25	Tidak Sesuai
F-G	26,85	29.19	Sesuai
J-K	26,85	21.36	Tidak Sesuai
K-L	26,85	30.02	Sesuai

Sumber : Penulis 2026

Berdasarkan hasil pengukuran, lebar jalan tikungan pada jalur angkut overburden menunjukkan nilai yang bervariasi pada setiap segmen. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa sebagian segmen telah memenuhi standar lebar jalan tikungan yang direkomendasikan. Namun, masih terdapat beberapa segmen yang memiliki lebar di bawah standar 26,85 m, yaitu segmen E–F (Gambar 4.9) dan segmen J–K (Gambar 4.10), sehingga perlu dilakukan perbaikan agar sesuai dengan standar geometri jalan angkut yang direkomendasikan.

Segmen yang memenuhi standar memiliki ruang yang cukup bagi kendaraan untuk bermanuver saat berbelok sehingga dapat meningkatkan keselamatan dan kelancaran operasi pengangkutan. Sebaliknya, segmen yang belum memenuhi standar berpotensi menyebabkan kendaraan kesulitan bermanuver, terutama saat berpapasan dengan kendaraan lain atau saat mengangkut muatan penuh. Kondisi tersebut juga dapat meningkatkan risiko kecelakaan dan mengurangi efisiensi kegiatan pengangkutan.

Oleh karena itu, diperlukan pelebaran jalan pada segmen tikungan yang belum memenuhi standar agar pergerakan alat angkut menjadi lebih aman, nyaman, dan efisien.



Sumber : Penulis 2026

Gambar 4.9 Lebar Jalan Tikungan Segmen E-F



Sumber : Penulis 2026

Gambar 4.10 Lebar Jalan Tikungan Segmen J-K

4.2.3 Perhitungan *Superelevasi* Rekomendasi dan Jari-Jari Tikungan

Superelevasi merupakan kemiringan melintang pada tikungan yang dibuat dengan meninggikan sisi luar jalan untuk mengurangi pengaruh gaya sentrifugal terhadap kendaraan yang sedang berbelok. Penerapan *superelevasi* bertujuan meningkatkan stabilitas alat angkut, mengurangi risiko tergelincir, serta membantu proses drainase pada area tikungan.

Pengukuran *superelevasi* aktual tidak dilakukan karena keterbatasan data topografi dan tidak tersedianya alat survei seperti Total Station atau Theodolite selama penelitian berlangsung. Oleh karena itu, analisis dilakukan berdasarkan nilai *superelevasi* rekomendasi yang dihitung sesuai standar yang digunakan. Untuk contoh perhitungan rekomendasi *superelevasi* pada segmen E-F sebagai berikut:

Diketahui :

- Kecepatan kendaraan (v) = 20 km/jam
- Lebar jalan tikungan = 24,25 m
- Jari-jari tikungan (R) = 15,83 m

Ditanya :

f, R, e + f, α dan a?

Jawab :

$$f = -0,00065 \times v + 0,192$$

$$= -0,00065 \times 20 \frac{\text{km}}{\text{jam}} + 0,192$$

$$= 0,179$$

$$R = \frac{v^2}{127 \times (e + f)}$$

$$= \frac{(20 \text{ km/jam})^2}{127 \times (0,02 + 0,179)}$$

$$= 15,83$$

$$e + f = \frac{v^2}{127 \times R}$$

$$e + 0,179 = \frac{20^2}{127 \times 15,83}$$

$$e + 0,179 = 0,20$$

$$e = 0,20 - 0,179$$

$$e = 0,02$$

Dengan menggunakan kecepatan 20 km/jam dan jari-jari tikungan 15,83 m dan lebar jalan tikungan 24,25 m, maka angka *superelevasi* yang disarankan sebesar 0,02 dan beda tinggi yang harus dibuat, yaitu:

$$\alpha = \tan^{-1} 0,02 = 1,15^\circ$$

$$a = r \times \sin \alpha$$

$$= 24,25 \text{ m} \times \sin 1,15^\circ$$

$$= 0,48 \text{ m}$$

Berdasarkan hasil perhitungan dan mengacu pada Tabel 2.1, diperoleh nilai *superelevasi* yang direkomendasikan sebesar 0,02 (2%). Dengan lebar jalan tikungan 24,25 m, maka beda tinggi antara sisi dalam dan sisi luar tikungan yang perlu dibentuk adalah 0,48 m (48 cm). Hasil rekomendasi tersebut ditunjukkan pada Gambar 4.11. dan untuk Perhitungan lengkap untuk seluruh segmen disajikan pada Lampiran G.



Sumber: Penulis (2026)

Gambar 4.11 Rekomendasi *Superelevasi* Segmen E-F

Hasil perhitungan pada seluruh segmen tikungan menunjukkan bahwa dengan kecepatan operasi kendaraan sebesar 20 km/jam, nilai *superelevasi* yang direkomendasikan adalah 0,02 atau 2%. Perbedaan antar segmen hanya terletak pada beda tinggi yang harus dibentuk, yang dipengaruhi oleh lebar jalan tikungan masing-masing segmen. Hasil rekomendasi *superelevasi* dapat dilihat pada Tabel 4.8.

Tabel 4. 9 *Suerelevasi* Rekomendasi Jalan Tikungan

Segmen	Lebar Jalan Tikungan (m)	<i>Superelevasi</i> Minimum (m)	Keterangan
E-F	24,25	0,02	Direkomendasikan
F-G	29,19	0,02	Direkomendasikan
J-K	21,36	0,02	Direkomendasikan
K-L	30,02	0,02	Direkomendasikan

Sumber: Penulis (2026)

Berdasarkan hasil tersebut, seluruh segmen tikungan direkomendasikan menggunakan *superelevasi* sebesar 2% sesuai kondisi operasi alat angkut HD Komatsu 785-7 dengan kecepatan relatif rendah. Penerapan *superelevasi* tersebut diharapkan mampu meningkatkan keselamatan dan kestabilan kendaraan saat melewati tikungan serta membantu mengalirkan air permukaan agar tidak terjadi genangan pada badan jalan.

4.2.4 Kemiringan Jalan (*Grade*)

Kemiringan jalan (*grade*) merupakan perbandingan antara beda elevasi dengan panjang segmen jalan yang dinyatakan dalam persen. *Grade* digunakan untuk mengetahui tingkat kemiringan memanjang jalan angkut yang berpengaruh terhadap kemampuan alat angkut dalam melakukan pengangkutan material. Semakin besar nilai *grade*, maka semakin besar pula tenaga yang dibutuhkan kendaraan untuk melewati jalan tersebut. Berdasarkan KEPMEN ESDM No. 1827 K/30/MEM/2018, *grade* jalan angkut yang direkomendasikan tidak melebihi 12%.

Nilai *grade* dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$\text{Grade (\%)} = \frac{\Delta h}{\Delta x} \times 100\%$$

Dimana:

Δh = beda elevasi antara dua titik yang diukur (m)

Δx = jarak datar antara dua titik yang diukur (m)

Contoh perhitungan *grade* pada segmen A-B sebagai berikut:

$$\text{Grade (a)} = \frac{5,7}{150,52} \times 100\%$$

$$\text{Grade (a)} = 3,79\%$$

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa *grade* pada segmen A-B sebesar 3,79%, sehingga masih memenuhi standar kemiringan jalan angkut yang direkomendasikan. Perhitungan *grade* pada segmen lainnya dilakukan dengan metode yang sama.

Tabel 4.10 Kemiringan Jalan Aktual (*grade*)

Segmen	Elevasi	Beda Elevasi (m)	Panjang Jalan (m)	Grade(%) 8%-12% Max	Kategori
A-B	$\frac{89.61}{83.91}$	5.7	150.52	3.79%	Sesuai
B-C	$\frac{83.91}{81.76}$	2.15	150.34	1.43%	Sesuai
C-D	$\frac{81.76}{77.50}$	4.26	150.09	2.84%	Sesuai
D-E	$\frac{77.50}{67.74}$	9.76	150.24	6.50%	Sesuai

Segmen	Elevasi	Beda Elevasi (m)	Panjang Jalan (m)	Grade(%) 8%-12% Max	Kategori
E-F	$\frac{67.74}{67.35}$	0.39	72.88	0.54%	Sesuai
F-G	$\frac{67.35}{74.60}$	7.25	78.66	9.22%	Sesuai
G-H	$\frac{74.60}{84.43}$	9.83	150.09	6.55%	Sesuai
H-I	$\frac{84.43}{71.91}$	12.52	150.37	8.33%	Sesuai
I-J	$\frac{71.91}{72.81}$	0.9	57.11	1.58%	Sesuai
J-K	$\frac{72.81}{73.87}$	1.06	50.85	2.08%	Sesuai
K-L	$\frac{73.87}{81.03}$	7.16	42.49	16.85%	Tidak Sesuai
L-M	$\frac{81.03}{78.00}$	3.03	150.58	2.01%	Sesuai
M-N	$\frac{78.00}{87.52}$	9.52	150.66	6.32%	Sesuai
N-O	$\frac{87.52}{82.19}$	5.33	150.06	3.55%	Sesuai
O - P	$\frac{82.19}{84.96}$	2.77	147.51	1.88%	Sesuai

Sumber:Penulis 2026

Berdasarkan hasil perhitungan *grade* pada setiap segmen jalan angkut, sebagian besar segmen masih memenuhi standar kemiringan jalan angkut yang direkomendasikan yaitu tidak melebihi 12%. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa secara umum jalan angkut *overburden* dari *Front* Penambangan Site Muara Tiga Besar Selatan menuju Disposol Fatonah masih mendukung kegiatan pengangkutan secara aman dan efisien.

Namun, terdapat segmen K-L yang memiliki nilai *grade* sebesar 16,85%, sehingga melebihi batas kemiringan yang direkomendasikan. Kondisi tersebut dapat menyebabkan peningkatan beban kerja alat angkut saat menanjak, menurunkan kecepatan operasi kendaraan, meningkatkan konsumsi bahan bakar, serta memperbesar risiko selip roda terutama pada saat kondisi jalan basah.

Secara keseluruhan, nilai rata-rata *grade* jalan angkut sebesar 4,90% menunjukkan bahwa kondisi kemiringan memanjang jalan masih tergolong baik. Meskipun demikian, segmen yang memiliki *grade* melebihi standar perlu dilakukan perbaikan geometri jalan melalui kegiatan perataan dan pengurangan kemiringan agar keselamatan serta efisiensi operasi pengangkutan dapat terus terjaga.

4.2.5. Kemiringan Melintang (*Cross Slope*)

Kemiringan melintang (*cross slope*) merupakan kemiringan permukaan jalan yang dibentuk dari bagian tengah menuju sisi jalan atau dari satu sisi ke sisi lainnya. *Cross slope* berfungsi untuk memperlancar aliran air hujan menuju saluran drainase sehingga tidak terjadi genangan pada permukaan jalan. Kemiringan melintang yang baik akan membantu menjaga kondisi permukaan jalan tetap stabil dan aman untuk dilalui alat angkut. Berdasarkan KEPMEN ESDM No. 1827 K/30/MEM/2018, nilai *cross slope* yang direkomendasikan untuk jalan angkut tambang berada pada kisaran 2%–4%. Nilai *cross slope* dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$\text{Cross slope} = \frac{\Delta h}{\Delta x} \times 100\%$$

Keterangan :

Δh = beda *elevasi* sisi kiri dan kanan jalan (m)

Δx = lebar jalan (m)

Contoh perhitungan *cross slope* pada segmen A-B sebagai berikut:

$$\text{Cross Slope} = \frac{-3,17}{25,20} \times 100\%$$

$$\text{Cross Slope} = -0,13\%$$

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa nilai *cross slope* pada segmen A-B sebesar -0,12%. Nilai tersebut belum memenuhi rentang standar yang direkomendasikan yaitu 2%–4%. Perhitungan *cross slope* pada segmen lainnya dilakukan dengan metode yang sama.

Tabel 4.11 Kemiringan Jalan Aktual (*cross slope*)

Segmen	Elevasi		Beda Elevasi	Lebar Jalan	Crose Slope (%) Min (2%) Max(4%)	Kategori
	E Kiri	E Kanan				
A-B	86.44	89.61	-3.17	25.20	-0.13	Tidak Sesuai
B-C	86.70	83.91	2.79	23.45	0.12	Tidak Sesuai
C-D	83.75	81.76	1.99	24.79	0.08	Tidak Sesuai
D-E	79.80	77.50	2.3	22.13	0.10	Tidak Sesuai
E-F	72.87	67.74	5.13	24.25	0.21	Tidak Sesuai
F-G	70.49	67.35	3.14	29.19	0.11	Tidak Sesuai
G-H	78.20	74.60	3.6	26.50	0.14	Tidak Sesuai
H-I	89.17	84.43	4.74	20.45	0.23	Tidak Sesuai
I-J	71.63	71.91	-0.28	20.38	-0.01	Tidak Sesuai
J-K	71.82	72.81	-0.99	21.36	-0.05	Tidak Sesuai
K-L	75.07	73.87	1.2	30.02	0.04	Tidak Sesuai
L-M	83.89	81.03	2.86	22.62	0.13	Tidak Sesuai
M-N	79.10	78.00	1.1	17.84	0.06	Tidak Sesuai
N-O	85.11	87.52	-2.41	22.73	-0.11	Tidak Sesuai
O-P	86.25	82.19	4.06	27.59	0.15	Tidak Sesuai

Sumber : Penulis 2026

Berdasarkan hasil perhitungan, seluruh segmen jalan angkut memiliki nilai cross slope yang belum memenuhi rentang standar yang direkomendasikan. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa kemiringan melintang jalan belum cukup untuk mengalirkan air permukaan secara optimal menuju sisi jalan dan saluran drainase.

Cross slope yang tidak sesuai standar dapat menyebabkan air hujan tertahan pada permukaan jalan sehingga berpotensi menimbulkan genangan.

Genangan air yang terjadi secara terus-menerus dapat mempercepat kerusakan permukaan jalan, mengurangi kualitas jalan angkut, serta mengganggu kelancaran kegiatan pengangkutan. Selain itu, kondisi jalan yang tergenang dapat menjadi lebih licin sehingga meningkatkan risiko tergelincir dan menurunkan tingkat keselamatan operasi alat angkut.

Berdasarkan kondisi tersebut, diperlukan perbaikan penampang melintang jalan melalui kegiatan grading dan pemeliharaan jalan secara berkala agar kemiringan melintang sesuai dengan standar yang direkomendasikan. Dengan demikian, sistem drainase permukaan dapat berfungsi dengan baik dan kondisi jalan angkut dapat tetap mendukung kelancaran serta keselamatan kegiatan pengangkutan *overburden*.



BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan mengenai analisis kelayakan geometri jalan angkut *overburden* dari Front Penambangan Site Muara Tiga Besar Selatan (MTBS) menuju Disposol Fatonah di PT Bukit Asam Tbk, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Kondisi aktual geometri jalan angkut *overburden* memiliki panjang jalur $\pm 1.802,45$ m yang terbagi menjadi 15 segmen, terdiri atas 11 segmen jalan lurus dan 4 segmen jalan tikungan. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa rata-rata lebar jalan lurus sebesar 23,78 m, rata-rata lebar jalan tikungan sebesar 26,20 m, rata-rata kemiringan jalan (*grade*) sebesar 4,90%, rata-rata nilai *superelevasi* rekomendasi sebesar 0,02, dan rata-rata nilai *cross slope* sebesar 0,08%.
2. Berdasarkan analisis terhadap standar KEPMEN ESDM No. 1827 K/30/MEM/2018, kondisi geometri jalan angkut belum sepenuhnya memenuhi persyaratan teknis. Pada parameter lebar jalan lurus masih terdapat 7 segmen yang belum memenuhi standar, yaitu segmen B–C, D–E, H–I, I–J, L–M, M–N, dan N–O. Pada lebar jalan tikungan terdapat 2 segmen yang belum memenuhi standar, yaitu segmen E–F dan J–K. Parameter *grade* secara umum telah memenuhi standar, namun segmen K–L memiliki nilai *grade* sebesar 16,85% sehingga melebihi batas yang direkomendasikan. Nilai *superelevasi* pada seluruh segmen tikungan telah sesuai dengan rekomendasi sebesar 0,02, sedangkan parameter *cross slope* pada seluruh segmen belum memenuhi standar minimum 2%. Oleh karena itu, diperlukan perbaikan pada beberapa segmen jalan agar geometri jalan angkut dapat mendukung keselamatan, kelancaran, dan efisiensi kegiatan pengangkutan *overburden*.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil Analisis kondisi geometri jalan angkut pada kegiatan pengangkutan material *overburden* dari *Front Loading site* MTBS ke Disposol Fatonah di PT Bukit Asam Tbk, maka disampaikan beberapa saran perbaikan pada segmen jalan angkut yang belum memenuhi standar geometri agar kegiatan

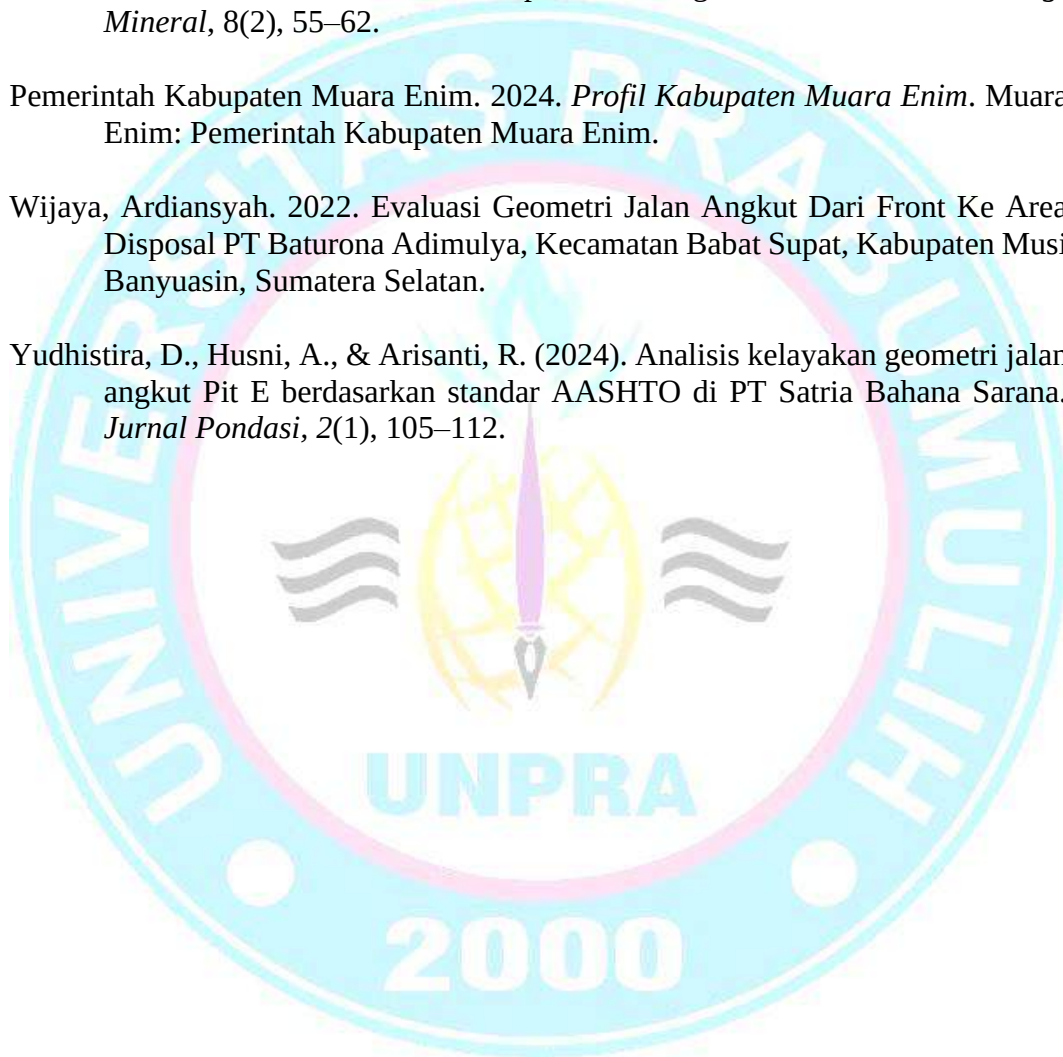
pengangkutan *overburden* dapat berlangsung dengan lebih aman dan efisien.

1. Perusahaan perlu melakukan pelebaran pada beberapa ruas jalan yang masih sempit, terutama pada jalan lurus dan tikungan, sehingga alat angkut dapat beroperasi dengan lebih aman saat berpapasan maupun bermanuver.
2. Pada segmen jalan yang memiliki kemiringan terlalu curam, perlu dilakukan perbaikan profil jalan melalui kegiatan *cut and fill* serta perataan permukaan menggunakan alat mekanis seperti motor *grader* agar kemiringan jalan menjadi lebih aman bagi operasional alat angkut.
3. Pemeliharaan jalan angkut sebaiknya dilakukan secara rutin melalui kegiatan grading, perbaikan permukaan jalan yang rusak, serta pengendalian material lepas agar kondisi jalan tetap stabil dan nyaman dilalui kendaraan.
4. Selain itu, perlu dilakukan pembentukan dan pemeliharaan *cross slope* serta sistem drainase jalan secara berkala untuk memperlancar aliran air permukaan dan mencegah terjadinya genangan yang dapat mempercepat kerusakan jalan angkut.
5. Evaluasi kondisi geometri jalan angkut juga perlu dilakukan secara berkala sebagai upaya pengendalian dan peningkatan keselamatan kerja serta untuk menjaga kelancaran kegiatan pengangkutan material *overburden*.

DAFTAR PUSTAKA

- AASHTO. (2011). *A Policy on Geometric Design of Highways and Streets*. American Association of State Highway and Transportation Officials.
- Achida, F., Nurhadi, A., & Rahman, D. (2021). Analisis kemiringan melintang jalan tambang untuk efektivitas drainase permukaan. *Jurnal Rekayasa Tambang*, 5(1), 22–30.
- Azwari, R., Maryanto, M., & Usman, D. N. (2015). Evaluasi Jalan Angkut dari Front Tambang Batubara menuju Stockpile Block B pada Penambangan Batubara di PT Minemex Indonesia, Desa Talang Serdang Kecamatan Mandiangin Kabupaten Sarolangun Provinsi Jambi. *Prosiding Teknik Pertambangan*, 92-100.
- Al-Fati, R. T., Purwoko, B., & Mukhtar, W. (2021). Evaluasi geometri jalan angkut menggunakan standar AASHTO PT. Karya Sumber Alam Perkasa di Desa Bunut, Kecamatan Tayan Hulu, Kabupaten Sanggau, Provinsi Kalimantan Barat. *Jurnal Teknologi Pertambangan*, 7(2), 1–12.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Muara Enim. 2025. *Kabupaten Muara Enim Dalam Angka 2025*. Muara Enim: BPS Kabupaten Muara Enim.
- Hadi, I. A. P. (2022). Analisis pengaruh geometri dan kondisi jalan angkut terhadap produktivitas dan konsumsi bahan bakar hauler di PT. Antareja Mahada Makmur studi kasus: Tambang Batubara, PT. Antareja Mahada Makmur (Bachelor's thesis, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta).
- Hustrulid, W., Kuchta, M., and R. Martin, 2013, *Open Pit Mine Planning & Design Volume 1 Fundamentals*, CRC Press, Florida.
- Kepmen ESDM No. 1827 K/30/MEM/2018. (2018). *Pedoman Pelaksanaan Kaidah Teknik Pertambangan yang Baik*.
- Nanda, M. D. (2021). Kajian geometri jalan tambang berdasarkan AASHTO dan Kepmen No. 1827/K/30/MEM/2018 pada penambangan andesit di PT XYZ, Kecamatan Rumpin, Kabupaten Bogor, Provinsi Jawa Barat. *Journal Riset Teknik Pertambangan*, 1(2), 107–116.
- Nawir, A., Budiman, A., & Maharza, A. (2025). Studi desain jalan tambang PT Pancaran Surya Abadi Kabupaten Kutai Kartanegara. *Journal of Mining Insight*, 3(2), 39–45.

- Riyanto, T. (2016). Evaluasi Jalan Tambang Berdasarkan Geometri Dan Daya Dukung Pada Lapisan Tanah Dasar PIT Tutupan Area Highwall PT Pamapersada Nusantara Kabupaten Tabalong Provinsi Kalimantan Selatan.
- Septiani, A., Sukmawatie, N., & Fidayanti, N. (2024). Analisis geometri jalan angkut PT TOP Jobsite CV Bunda Kandung Desa Paring Lahung. *Jurnal Teknik Pertambangan*, 24(2), 113–119.
- Sepriadi, S., Ramadhan, A., & Pratama, R. (2017). Analisis lebar jalan tikungan berdasarkan standar AASHTO pada tambang terbuka. *Jurnal Teknologi Mineral*, 8(2), 55–62.
- Pemerintah Kabupaten Muara Enim. 2024. *Profil Kabupaten Muara Enim*. Muara Enim: Pemerintah Kabupaten Muara Enim.
- Wijaya, Ardiansyah. 2022. Evaluasi Geometri Jalan Angkut Dari Front Ke Area Disposol PT Baturona Adimulya, Kecamatan Babat Supat, Kabupaten Musi Banyuasin, Sumatera Selatan.
- Yudhistira, D., Husni, A., & Arisanti, R. (2024). Analisis kelayakan geometri jalan angkut Pit E berdasarkan standar AASHTO di PT Satria Bahana Sarana. *Jurnal Pondasi*, 2(1), 105–112.



LAMPIRAN A

DATA CURAH HUJAN

Tabel A.1 Data Curah Hujan

Data	Hujan	
Tanggal	Rencana Jam Hujan (jam)	Aktual Jam Hujan (jam)
01-Mar-26	4,42	0
02-Mar-26	4,42	0
03-Mar-26	4,42	0
04-Mar-26	4,42	0
05-Mar-26	4,42	2,88
06-Mar-26	4,42	2,38
07-Mar-26	4,42	1,72
08-Mar-26	4,42	14
09-Mar-26	4,42	5,45
10-Mar-26	4,42	7,71
11-Mar-26	4,42	6,5
12-Mar-26	4,42	2,2
13-Mar-26	4,42	0
14-Mar-26	4,42	5,6
15-Mar-26	4,42	0
16-Mar-26	4,42	11,2
17-Mar-26	4,42	6,58
18-Mar-26	4,42	0
19-Mar-26	4,42	5,18
20-Mar-26	4,42	5,78
21-Mar-26	4,42	4
22-Mar-26	4,42	0
23-Mar-26	4,42	4,08
24-Mar-26	4,42	3,38
25-Mar-26	4,42	0
26-Mar-26	4,42	6,87
27-Mar-26	4,42	5,17
28-Mar-26	4,42	14,22
29-Mar-26	4,42	10,38
30-Mar-26	4,42	4
31-Mar-26	4,42	6
Total	137	135,3

Sumber ; PT Bukit Asam Tbk

LAMPIRAN B

SPESIFIKASI ALAT ANGKUT HD KOMATSU 785-7



Sumber: *Handbook Komatsu 785-7*

Tabel B.1 Spesifikasi Alat

No	Kategori	Spesifikasi	Detail Teknis
1	Mesin	Model	Komatsu SAA12V140E-3
2		Tipe	Pendingin air, 4-siklus
3		Aspirasi	Turbo-charged, after-cooled
4		Tenaga Kuda (Gross)	895 kW (1.200 HP) / 1.900 rpm
5		Tenaga Kuda (Net)	879 kW (1.178 HP) / 1.900 rpm
6		Torsi Maksimum	5080 N.m (518 kg.m)
7	Dimensi Alat	Panjang Keseluruhan	10.290 mm
8		Lebar Keseluruhan	6.885 mm
9		Tinggi Keseluruhan	5.050 mm
10		Tinggi Saat Bak Terangkat	10.080 mm

No	Kategori	Spesifikasi	Detail Teknis
11		Jarak Sumbu Roda (Wheelbase)	4.950 mm
12		Jarak Terendah ke Tanah (Ground Clearance)	892 mm
13		Radius Putar Minimum	10,1 m
14		Tipe	Full-automatic, planetary-gear
15	Transmisi	Jumlah Gigi	7 Maju dan 2 Mundur (RH, RL)
16		Kecepatan Maksimum	65 km/jam
17		Kapasitas Struck	40 m ³
18	Kapasitas Bak	Kapasitas Heaped (2:1, SAE)	60 m ³
19		Muatan Terukur (Rated Payload)	91,7 metrik ton
20		Sudut Tuang (Dumping Angle)	48°
21	Berat Alat	Berat Kosong Kendaraan	72.000 kg
22		Berat Kotor Kendaraan (GVW)	163.780 kg
23	Sistem Rem	Rem Servis	Kontrol hidrolik penuh, tipe cakram majemuk terendam oli
24		Rem Parkir	Tipe cakram majemuk dengan pegas (pada semua roda)
25		Retarder	Rem depan & belakang berfungsi sebagai retarder
26	Kapasitas Isi	Tangki Bahan Bakar	1.308 Liter
27		Oli Mesin	129 Liter
28		Sistem Hidrolik	175 Liter
29	Ban	Ukuran Standar	27.00 R49

LAMPIRAN C

LEBAR JALAN ANGKUT LURUS

Perhitungan lebar jalan angkut berdasarkan data lebar alat angkut terbesar yaitu HD Komatsu 785-7 dengan lebar alat 6,9 m. Untuk lebar jalan angkut lurus ditentukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

Keterangan:

L_{min} = lebar jalan angkut minimum (m)

n = jumlah jalur

W_t = lebar alat angkut terbesar (m)

a. Untuk perhitungan lebar ideal jalan lurus dengan dua jalur sebagai berikut:

Diketahui :

$$W_t = 6,885 = 6,9$$

$$N = 2$$

Jawab :

$$L_{min} = n \times W_t + (n + 1) \left(\frac{1}{2} W_t \right)$$

$$L_{min} = 2 \times 6,9 + (2 + 1) \left(\frac{1}{2} 6,9 \right)$$

$$L_{min} = 24,15$$

b. Untuk perhitungan lebar ideal jalan lurus dengan satu jalur sebagai berikut:

Diketahui :

$$W_t = 6,9$$

$$N = 1$$

Jawab :

$$L_{min} = n \times W_t + (n + 1) \left(\frac{1}{2} W_t \right)$$

$$L_{min} = 1 \times 6,9 + (1 + 1) \left(\frac{1}{2} 6,9 \right)$$

$$L_{min} = 13,8$$

Pada lebar jalan angkut lajur lurus yang didapatkan pada saat penelitian dilapangan ada beberapa segmen yang belum ideal untuk memenuhi standar lebar jalan lajur lurus seperti segmen (A-B, G-H , -O-P.)

Tabel C.1 Lebar Jalan Lurus

Segmen Lebar Jalan Lurus			
Segmen Jalan	Lebar Standar	Lebar Jalan Lurus	Kategori
A-B	24.15	25.20	Sesuai
B-C	24.15	23.45	Tidak Sesuai
C-D	24.15	24.79	Sesuai
D-E	24.15	22.13	Tidak Sesuai
G-H	24.15	26.50	Sesuai
H-I	24.15	20.45	Tidak Sesuai
I-J	24.15	20.38	Tidak Sesuai
L-M	24.15	22.62	Tidak Sesuai
M-N	24.15	17.84	Tidak Sesuai
N-O	24.15	22.73	Tidak Sesuai
O - P	24.15	27.59	Sesuai
P- Finis	24.15	31.67	Sesuai

Sumber: Penulis 2026

LAMPIRAN D

LEBAR JALAN TIKUNGAN

Perhitungan lebar jalan angkut berdasarkan data lebar alat angkut terbesar yaitu HD Komatsu 785-7 dengan lebar alat 6,9 m. Untuk lebar jalan angkut tikungan dapat ditentukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

Diketahui :

$$W = n (U + Fa + Fb + Z) + C$$

$$C = Z = \frac{U + Fa + Fb}{2}$$

Keterangan :

W = lebar alat angkut minimum pada belokan (m)

U = lebar alat angkut dari poros roda kanan dan kiri (m)

Fa = lebar jantai depan (m)

Fb = lebar jantai belakang (m)

Z = lebar bagian tepi jalan

C = jarak antara dua dump truck saat bersampingan (m)

Berdasarkan dari alat angkut yang digunakan adalah HD Komatsu 785-7 jalan pada tikungan minimum yang diperlukan dari data yang diperoleh adalah:

- (U) Lebar alat angkut dari poros roda kanan dan kiri (m) = 4,17 m
- (Fa) Jarak as roda depan dengan bagian depan alat = 2,15 m
- (Fb) Jarak as roda belakang dengan bagian belakang alat = 3,19 m
- Sudut penyimpangan roda depan (α) = 41°

$$Fa = (\text{jarak as roda depan dengan bagian depan alat}) \times (\sin \alpha)$$

$$= 2,15 \text{ m} \times \sin 41^\circ$$

$$= 1,410 \text{ m}$$

$$Fb = (\text{jarak as roda belakang dengan bagian belakang alat}) \times (\sin \alpha)$$

$$= 3,19 \text{ m} \times \sin 41^\circ$$

$$= 2,092 \text{ m}$$

$$C = Z = \frac{U+Fa+Fb}{2} = \frac{4,17+1,410+2,092}{2} = 3,83$$

Lebar jalan angkut minimum pada tikungan dua jalur :

$$\begin{aligned} W &= n (U + Fa + Fb + Z) + C \\ &= 2 (4,17 + 1,410 + 2,092 + 3,83) + 3,83 \\ &= 2 (11,508) + 3,83 \\ &= 23,016 + 3,83 \\ &= 26,85 \text{ m} \end{aligned}$$

Tabel D.1 Lebar Jalan Tikungan

Segmen Lebar Jalan Tikungan				
Segmen Jalan		Lebar Tikungan Standar	Lebar Jalan Tikungan	Kategori
E-F	72.88	26,85	24.25	Tidak Sesuai
F-G	78.66	26,85	29.19	Sesuai
J-K	50.85	26,85	21.36	Tidak Sesuai
K-L	42.49	26,85	30.02	Sesuai

Sumber : penulis 2026

LAMPIRAN E

KEMIRINGAN JALAN AKTUAL (*GRADE*)

Berdasarkan kemiringan suatu jalan biasanya dinyatakan dalam persen, kemiringan 1 % adalah kemiringan permukaan yang menaik atau menurun 1 meter atau 1 feet secara vertikal dalam jarak horizontal 100 m atau 100 feet. *Grade* jalan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut.

$$Grade (\%) = \frac{\Delta h}{\Delta x} \times 100\%$$

Dimana:

Δh = beda elevasi antara dua titik yang diukur (m)

Δx = jarak datar antara dua titik yang diukur (m)

Contoh perhitungan *grade* pada segmen A-B sebagai berikut:

$$Grade (a) = \frac{5,7}{150,52} \times 100\%$$

$$Grade (a) = 3,79\%$$

Tabel E.1 Kemiringan Jalan (*Grade*)

Segmen	Elevasi	Beda Elevasi (m)	Panjang Jalan (m)	<i>Grade</i> (%) 8-12%	Kategori
A-B	$\frac{89.61}{83.91}$	5.7	150.52	3.79%	Sesuai
B-C	$\frac{83.91}{81.76}$	2.15	150.34	1.43%	Sesuai
C-D	$\frac{81.76}{77.50}$	4.26	150.09	2.84%	Sesuai
D-E	$\frac{77.50}{67.74}$	9.76	150.24	6.50%	Sesuai
E-F	$\frac{67.74}{67.35}$	0.39	72.88	0.54%	Sesuai
F-G	$\frac{67.35}{74.60}$	7.25	78.66	9.22%	Sesuai
G-H	$\frac{74.60}{84.43}$	9.83	150.09	6.55%	Sesuai

Segmen	Elevasi	Beda Elevasi (m)	Panjang Jalan (m)	Grade (%) 8-12%	Kategori
H-I	$\frac{84.43}{71.91}$	12.52	150.37	8.33%	Sesuai
I-J	$\frac{71.91}{72.81}$	0.9	57.11	1.58%	Sesuai
J-K	$\frac{72.81}{73.87}$	1.06	50.85	2.08%	Sesuai
K-L	$\frac{73.87}{81.03}$	7.16	42.49	16.85%	Tidak Sesuai
L-M	$\frac{81.03}{78.00}$	3.03	150.58	2.01%	Sesuai
M-N	$\frac{78.00}{87.52}$	9.52	150.66	6.32%	Sesuai
N-O	$\frac{87.52}{82.19}$	5.33	150.06	3.55%	Sesuai
O - P	$\frac{82.19}{84.96}$	2.77	147.51	1.88%	Sesuai

Sumber: Penulis 2026

LAMPIRAN F

KEMIRINGAN MELINTANG (*CROSS SLOPE*) AKTUAL

Cross slope dapat di hitung menggunakan persamaan berikut:

$$\text{Cross slope} = \frac{\Delta h}{\Delta x} \times 100\%$$

Keterangan :

Δh = beda *elevasi* sisi kiri dan kanan jalan (m)

Δx = lebar jalan (m)

Contoh perhitungan *cross slope* pada segmen A-B sebagai berikut:

$$\text{Cross Slope} = \frac{-3,17}{25,20} \times 100\%$$

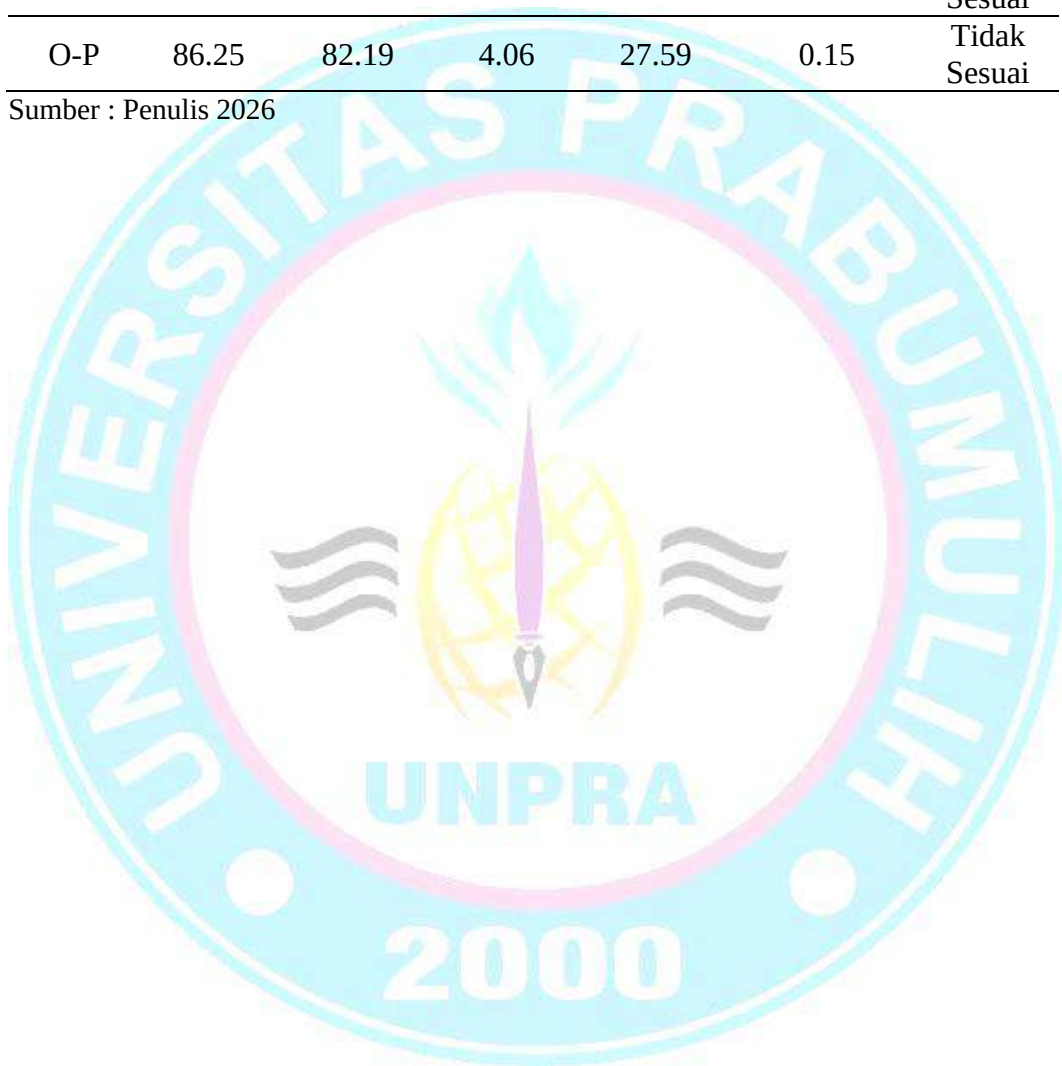
$$\text{Cross Slope} = -0,13\%$$

Tabel E.1 Kemiringan Melintang (*Cross Slope*)

Segmen	Elevasi		Beda Elevasi	Lebar Jalan	Crose Slope (%)	Kategori
	E Kiri	E Kanan			Min (2%) Max(4%)	
A-B	86.44	89.61	-3.17	25.20	-0.13	Tidak Sesuai
B-C	86.70	83.91	2.79	23.45	0.12	Tidak Sesuai
C-D	83.75	81.76	1.99	24.79	0.08	Tidak Sesuai
D-E	79.80	77.50	2.3	22.13	0.10	Tidak Sesuai
E-F	72.87	67.74	5.13	24.25	0.21	Tidak Sesuai
F-G	70.49	67.35	3.14	29.19	0.11	Tidak Sesuai
G-H	78.20	74.60	3.6	26.50	0.14	Tidak Sesuai
H-I	89.17	84.43	4.74	20.45	0.23	Tidak Sesuai
I-J	71.63	71.91	-0.28	20.38	-0.01	Tidak Sesuai
J-K	71.82	72.81	-0.99	21.36	-0.05	Tidak Sesuai
K-L	75.07	73.87	1.2	30.02	0.04	Tidak Sesuai

Segmen	Elevasi		Beda Elevasi	Lebar Jalan	Crose Slope (%) Min (2%) Max(4%)	Kategori
	E Kiri	E Kanan				
L-M	83.89	81.03	2.86	22.62	0.13	Tidak Sesuai
M-N	79.10	78.00	1.1	17.84	0.06	Tidak Sesuai
N-O	85.11	87.52	-2.41	22.73	-0.11	Tidak Sesuai
O-P	86.25	82.19	4.06	27.59	0.15	Tidak Sesuai

Sumber : Penulis 2026



LAMPIRAN G

SUPERELEVASI DAN JARI-JARI TIKUNGAN

1. Untuk perhitungan rekomendasi *superelevasi* dan jari-jari tikungan pada segmen E-F sebagai berikut:

Diketahui :

$$v = 20 \text{ km/jam}$$

Ditanya :

$$f, R, e + f, \alpha \text{ dan } a \text{?}$$

Jawab :

$$\begin{aligned} f &= -0,00065 \times v + 0,192 \\ &= -0,00065 \times 20 \frac{\text{km}}{\text{jam}} + 0,192 \\ &= 0,179 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R &= \frac{v^2}{127 \times (e + f)} \\ &= \frac{(20 \text{ km/jam})^2}{127 \times (0,02 + 0,179)} \\ &= 15,83 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} e + f &= \frac{v^2}{127 \times R} \\ e + 0,179 &= \frac{20^2}{127 \times 15,83} \end{aligned}$$

$$e + 0,179 = 0,20$$

$$e = 0,20 - 0,179$$

$$e = 0,02$$

Dengan menggunakan kecepatan 20 km/jam dan jari-jari tikungan 15,83 m dan lebar jalan tikungan 24,25 m, maka angka *superelevasi* yang disarankan sebesar 0,02 dan beda tinggi yang harus dibuat, yaitu:

$$\alpha = \tan^{-1} 0,02 = 1,15^\circ$$

$$a = r \times \sin \alpha$$

$$= 24,25 \text{ m} \times \sin 1,15^\circ$$

$$= 0,48 \text{ m}$$

Beda tinggi antara sisi dalam dan sisi luar tikungan yang harus dibuat adalah 0,48 m atau 48 cm untuk lebar minimum pada jalan tikungan sebesar 24,25m.

0,48 m

2. Untuk perhitungan rekomendasi *superelevasi* dan jari-jari tikungan pada segmen F-G sebagai berikut:

Diketahui :

$$v = 20 \text{ km/jam}$$

Ditanya :

f, R, e + f, α dan a?

Jawab :

$$\begin{aligned} f &= -0,00065 \times v + 0,192 \\ &= -0,00065 \times 20 \frac{\text{km}}{\text{jam}} + 0,192 \\ &= 0,179 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R &= \frac{v^2}{127 \times (e+f)} \\ &= \frac{(20 \text{ km/jam})^2}{127 \times (0,02+0,179)} \\ &= 15,83 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} e + f &= \frac{v^2}{127 \times R} \\ e + 0,179 &= \frac{20^2}{127 \times 15,83} \\ e + 0,179 &= 0,20 \\ e &= 0,20 - 0,179 \\ e &= 0,02 \end{aligned}$$

Berdasarkan pada tabel 2.1 dengan menggunakan kecepatan 20 km/jam dan jari-jari tikungan 15,83 m dan lebar jalan tikungan 29,19 m, maka angka *superelevasi* yang disarankan sebesar 0,02 dan beda tinggi yang harus dibuat, yaitu:

$$\alpha = \tan^{-1} 0,02 = 1,15^\circ$$

$$\begin{aligned} a &= r \times \sin \alpha \\ &= 29,19 \text{ m} \times \sin 1,15^\circ \\ &= 0,58 \text{ m} \end{aligned}$$

Beda tinggi antara sisi dalam dan sisi luar tikungan yang harus dibuat adalah 0,58 m atau 58 cm untuk lebar minimum pada jalan tikungan sebesar 29,19m.

0,58 m

29,19

3. Untuk perhitungan rekomendasi *superelevasi* dan jari-jari tikungan pada segmen J-K sebagai berikut:

Diketahui :

$$v = 20 \text{ km/jam}$$

Ditanya :

f , R , $e + f$, α dan a ?

Jawab :

$$\begin{aligned} f &= -0,00065 \times v + 0,192 \\ &= -0,00065 \times 20 \frac{\text{km}}{\text{jam}} + 0,192 \\ &= 0,179 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R &= \frac{v^2}{127 \times (e+f)} \\ &= \frac{(20 \text{ km/jam})^2}{127 \times (0,02+0,179)} \\ &= 15,83 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} e + f &= \frac{v^2}{127 \times R} \\ e + 0,179 &= \frac{20^2}{127 \times 15,83} \\ e + 0,179 &= 0,20 \\ e &= 0,20 - 0,179 \\ e &= 0,02 \end{aligned}$$

Berdasarkan pada tabel 2.1 dengan menggunakan kecepatan 20 km/jam dan jari-jari tikungan 15,83 m dan lebar jalan tikungan 21,36 m, maka angka *superelevasi* yang disarankan sebesar 0,02 dan beda tinggi yang harus dibuat, yaitu:

$$\begin{aligned} \alpha &= \tan^{-1} 0,02 = 1,15^\circ \\ a &= r \times \sin \alpha \\ &= 21,36 \text{ m} \times \sin 1,15^\circ \\ &= 0,42 \text{ m} \end{aligned}$$

Beda tinggi antara sisi dalam dan sisi luar tikungan yang harus dibuat adalah 0,42 m atau 42 cm untuk lebar minimum pada jalan tikungan sebesar 21,36m

0,42 m

21,36

4. Untuk perhitungan rekomendasi *superelevasi* dan jari-jari tikungan pada segmen K-L sebagai berikut:

Diketahui :

$$v = 20 \text{ km/jam}$$

Ditanya :

f , R , $e + f$, α dan a ?

Jawab :

$$\begin{aligned} f &= -0,00065 \times v + 0,192 \\ &= -0,00065 \times 20 \frac{\text{km}}{\text{jam}} + 0,192 \\ &= 0,179 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R &= \frac{v^2}{127 \times (e+f)} \\ &= \frac{(20 \text{ km/jam})^2}{127 \times (0,02+0,179)} \\ &= 15,83 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} e + f &= \frac{v^2}{127 \times R} \\ e + 0,179 &= \frac{20^2}{127 \times 15,83} \\ e + 0,179 &= 0,20 \\ e &= 0,20 - 0,179 \\ e &= 0,02 \end{aligned}$$

Berdasarkan pada tabel 2.1 dengan menggunakan kecepatan 20 km/jam dan jari-jari tikungan 15,83 m dan lebar jalan tikungan 30,02 m, maka angka *superelevasi* yang disarankan sebesar 0,02 dan beda tinggi yang harus dibuat, yaitu:

$$\alpha = \tan^{-1} 0,02 = 1,15^\circ$$

$$\begin{aligned} a &= r \times \sin \alpha \\ &= 30,02 \text{ m} \times \sin 1,15^\circ \\ &= 0,60 \text{ m} \end{aligned}$$

Beda tinggi antara sisi dalam dan sisi luar tikungan yang harus dibuat adalah 0,60 m atau 60 cm untuk lebar minimum pada jalan tikungan sebesar 30,02m

0, 60m

30,20

LAMPIRAN H

FOTO DOKUMENTASI LAPANGAN



**LAMPIRAN I LAMPIRAN II KEPUTUSAN MENTERI ENERGI
DAN SUMBER DAYA MINERAL REPUBLIK INDONESIA NO
1827 K/30/ MEM/2018 TENTANG PEDOMAN PELAKSANAAN
KAIDAH TEKNIK PERTAMBANGAN YANG BAIK**

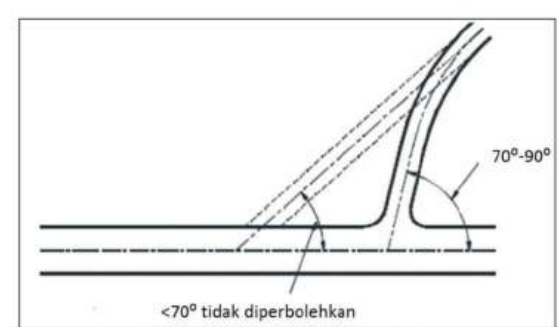
- 98 -

- xix. Jalan Pertambangan
- (i) lebar jalan tambang/produksi mempertimbangkan alat angkut terbesar yang melintasi jalan tersebut paling kurang:
 - i. tiga setengah kali lebar alat angkut terbesar, untuk jalan tambang dua arah
 - ii. dua kali lebar alat angkut terbesar, untuk jalan tambang satu arah
 - iii. lebar jalan pada jembatan sesuai ketentuan di atas.
 - (ii) pada setiap jalan tambang/produksi tersedia tanggul pengaman di sisi luar badan jalan dengan tinggi sekurang-kurangnya $\frac{3}{4}$ (tiga per empat) diameter roda kendaraan terbesar dan memperhitungkan potensi air limpasan dan/atau material lepas yang dapat masuk ke jalan;
 - (iii) dalam hal jalan tambang/produksi menggunakan tipe *boxcut*, tanggul dapat tersedia;
 - (iv) dalam hal kondisi jalan tambang/produksi menggunakan tipe *boxcut* dan berpotensi material lepas, dilakukan penguatan lereng;
 - (v) di sepanjang jalan tambang/produksi memiliki sistem penyaliran yang mampu mengalirkan debit air larian tertinggi dan dipelihara dengan baik;
 - (vi) sepanjang permukaan badan jalan tambang/produksi dibentuk kemiringan melintang (*cross fall*) paling kurang 2% (dua persen);
 - (vii) kemiringan (*grade*) jalan tambang/produksi dibuat tidak boleh lebih 12% (dua belas persen) dengan memperhitungkan:
 - (a) spesifikasi kemampuan alat angkut;
 - (b) jenis material jalan; dan
 - (c) *fuel ratio* penggunaan bahan bakar;

- 99 -

- (viii) dalam hal kemiringan jalan tambang/produksi lebih dari 12% (dua belas persen) dilakukan kajian teknis yang paling kurang mencakup:
 - (a) kajian risiko;
 - (b) spesifikasi teknis alat; dan
 - (c) spesifikasi teknis jalan;
- (ix) lebar, radius tikungan, dan super elevasi pada setiap jalan pertambangan yang menikung mampu menahan gaya dari setiap jenis kendaraan yang melintas dengan batasan kecepatan yang telah ditentukan;
- (x) jalan pertambangan dilakukan pemeliharaan dan perawatan sehingga tidak menghambat kegiatan pengangkutan;
- (xi) daya dukung jalan pertambangan lebih kuat dari kapasitas terbesar beban kendaraan dan muatan yang melintas pada beban statis dalam kurun waktu tertentu berdasarkan kajian teknis;
- (xii) pada setiap tikungan dan persimpangan jalan tambang/produksi dipasang pemisah jalur (separator) dengan tinggi paling kurang setengah diameter roda kendaraan terbesar dan lebar bagian atas paling kurang sama dengan lebar roda kendaraan terbesar;
- (xiii) sudut belokan pada pertigaan jalan tidak boleh kurang dari 70^0 (tujuh puluh derajat);

- 100 -



Gambar V.3 Ilustrasi pada pertigaan Jalan Pertambangan